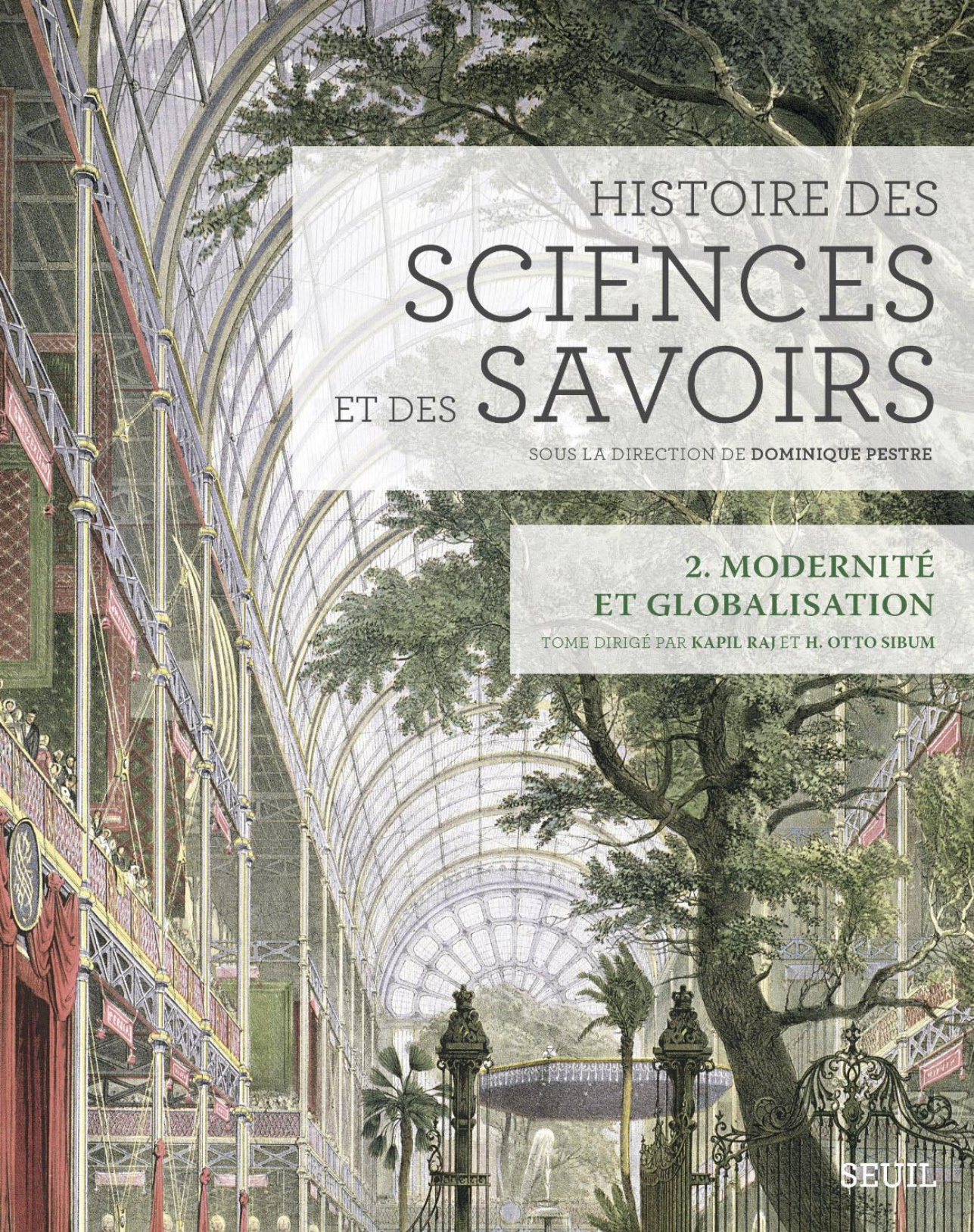


HISTOIRE DES SCIENCES ET DES SAVOIRS

SOUS LA DIRECTION DE **DOMINIQUE PESTRE**

2. MODERNITÉ ET GLOBALISATION

TOME DIRIGÉ PAR **KAPIL RAJ** ET **H. OTTO SIBUM**

SEUIL

HISTOIRE DES SCIENCES ET DES SAVOIRS

DANS LA MÊME SÉRIE

Histoire des sciences et des savoirs
sous la direction de Dominique Pestre

TOME 1 De la Renaissance aux Lumières
sous la direction de Stéphane Van Damme

TOME 2 Modernité et globalisation
sous la direction de Kapil Raj et Otto Sibum

TOME 3 Le siècle des technosciences
sous la direction de Christophe Bonneuil et Dominique Pestre

Sous la direction de Dominique Pestre

HISTOIRE DES SCIENCES ET DES SAVOIRS

2. MODERNITÉ ET GLOBALISATION

Sous la direction de Kapil Raj et H. Otto Sibum

A. Alexander, D. Aubin, L. Berlivet, J.E. Chaplin, B. Douglas, W. Feuerhahn, J.-B. Fressoz, S. Höhler, K. Ito, M.R. Levin, F. Locher, I. Löwy, S. Müller-Wille, J.V. Pickstone, K. Raj, S. Schaffer, N. Schlanger, H.O. Sibum, J. Tresch, M.N. Wise

Traductions de
P. Dubouchet, S. Dumas Primbault,
M. Ladrière, F. Lemonde, An. Raj, Ar. Raj

ÉDITIONS DU SEUIL
25, bd Romain-Rolland, Paris XIVe

ISBN 978-2-02-129816-1

© Éditions du Seuil, octobre 2015

Le Code de la propriété intellectuelle interdit les copies ou reproductions destinées à une utilisation collective. Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite par quelque procédé que ce soit, sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants cause, est illicite et constitue une contrefaçon sanctionnée par les articles L.355-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

www.seuil.com

Pour John Pickstone

INTRODUCTION AU TOME 2



Globalisation, science et modernité. De la guerre de Sept Ans à la Grande Guerre

KAPIL RAJ
ET H. OTTO SIBUM

Une histoire du XIX^e^ siècle qui s'étend du dernier tiers du XVIII^e^ au début de la Première Guerre mondiale… À première vue, cette chronologie peut susciter l'étonnement. D'abord, un étonnement face à la segmentation inhabituelle du sacro-saint XVIII^e^ siècle, que l'on réifie comme siècle des Lumières et que l'on fait généralement durer au moins jusqu'à la Révolution française. Ensuite, un étonnement devant la durée étrangement longue que ce choix entend couvrir. Après tout, la plupart des historiens, et certains des plus éminents modernistes, ont divisé ce segment en parties plus réduites, ou ont choisi de se concentrer sur une seule partie.

Tout en faisant s'achever son long XIX^e^ siècle au commencement de la Première Guerre mondiale, l'historien marxiste Eric Hobsbawm a choisi sans surprise de faire coïncider son début avec la Révolution française ; il en est venu ensuite à envisager la période à travers trois temporalités distinctes : l'ère des révolutions (1789-1848), l'ère du capital (1848-1875) et l'ère des empires (1875-1914)[1]. Plus récemment, l'essai thématique de l'un des plus éminents spécialistes de l'histoire de l'Europe et de l'Allemagne, David Blackbourn, intitulé *The Long Nineteenth Century : A History of Germany (1780-1918)*, a également suivi des lignes chronologiques semblables. Lui aussi a divisé son livre en trois sections principales : « l'ère des révolutions (1789 [*sic*]-1848) », « l'ère du progrès (1849-1880) » et enfin « l'ère de la modernité (1880-1914)[2] ». D'un autre côté, le théoricien pionnier de l'histoire conceptuelle (*Begriffsgeschichte*), Reinhart Koselleck, a soutenu la thèse selon laquelle le siècle entre 1750 et 1850 était le point de rupture entre l'époque prémoderne et l'époque moderne, caractérisé

1. Hobsbawm 1970 [1962], 1977 [1975] et 1989 [1987].
2. Blackbourn 1997.

par la politisation, la démocratisation et l'idéologisation de la société, période qu'il désigna comme *Sattelzeit*, ou « période-selle », durant laquelle a émergé le concept même de temps historique[1]. Et l'un des historiens les plus éminents de la modernisation de la France, Eugen Weber, identifie son « temps-seuil » comme le demi-siècle compris entre les guerres franco-prussiennes et la Première Guerre mondiale. C'est au cours de cette période, soutient-il, que la France, société majoritairement rurale composée d'un fourre-tout de cultures et de langues, fut transformée en État moderne et unifié, grâce à de nombreuses forces nouvelles, entre autres le système scolaire, l'armée, l'Église, les routes, les voies ferrées et l'économie de marché[2]. Les historiens de la culture, tel Carl Schorske, ont également pris en compte les dernières décennies du XIX^e^ siècle, prolongeant parfois leurs analyses jusqu'aux années 1920[3]. Enfin, des historiens économistes qui suivent Alexander Gerschenkron dans ses positions à la fois anti-marxiennes et anti-rostowiennes ont, pour leur part, tenté de réévaluer les transformations des liens entre technique, travail, économie, politique et industrie en Europe durant la seconde moitié du XIX^e^ siècle jusqu'à la Grande Guerre[4].

Il faut aussi signaler certaines exceptions à ce tableau plutôt centré sur l'histoire européenne, notamment deux ouvrages récents qui cherchent à rendre compte du long XIX^e^ siècle dans un contexte mondial : *The Birth of the Modern World (1780-1914) : Global Connections and Comparisons* de Christopher Bayly et *Die Verwandlung der Welt : Eine Geschichte des 19. Jahrhunderts* de Jürgen Osterhammel. Organisés par thèmes, chacun avec sa propre chronologie plus ou moins longue se chevauchant souvent avec celle d'autres thématiques, tous deux ont pour ambition de rendre compte des grands bouleversements et reconfigurations qui caractérisent la période entre ce que Bayly décrit comme « le début de l'ère des révolutions » et « le commencement de la Première Guerre mondiale, qui déchira totalement le système contemporain des États et des empires[5] ». Osterhammel, quant à lui, fixe ses bornes entre le « grand événement emblématique, "de portée mondiale", [que représente] la Révolution américaine [et] la chute dramatique du rideau en 1914[6] ».

Du côté des historiens des sciences, si certains ont caractérisé le XIX^e^ siècle comme « l'ère de la science[7] », ils l'ont plutôt étudié dans la tradition de

1. Koselleck *et al.* 1975.
2. Weber 1983 [1976]. Voir aussi Fox 2012.
3. Schorske 1983 [1980].
4. Voir Gerschenkron 1962.
5. Bayly 2004 (p. 1).
6. Osterhammel 2009 (p. 87).
7. Knight 1986.

l'histoire des idées[1], et la plupart ont répugné à considérer la période comme une unité, préférant plutôt se concentrer sur ses deux extrémités. À l'extrémité initiale, ils se sont principalement attardés sur les décennies autour de 1800, définies par Thomas Kuhn comme la « seconde révolution scientifique » – période de changement accéléré qui comprenait l'apparition de nouvelles techniques et disciplines, de nouvelles formes d'organisation des sciences (étatique, économique et militaire), de nouvelles formations et de nouvelles articulations avec l'espace public. Les pratiques traditionnelles de la philosophie naturelle et de l'histoire naturelle cédèrent la place à différentes formes d'enquête, à de nouveaux modes d'analyse, de communication et d'accumulation scientifiques. L'échelle et la portée de ces changements ont fondé la thèse selon laquelle on avait là la conjoncture dans laquelle les sciences modernes étaient apparues[2]. L'autre extrémité a surtout attiré l'attention des historiens des sciences physiques, centrés sur ce qu'il est convenu d'appeler la naissance de la physique moderne[3]. La période intermédiaire entre ces deux bornes est généralement traitée à travers des micro-études de la dynamique des différentes disciplines qui ont émergé au cours du XIXe siècle – les mathématiques et les sciences de l'énergie, de l'évolution et de la Terre[4]. Il y a bien sûr des exceptions à ce schème historiographique segmenté, l'une des plus remarquables étant Robert Fox. Néanmoins, son étude est limitée à la France, où, pendant un XIXe siècle qu'il fait durer de la Restauration (1815) au commencement de la Première Guerre mondiale, la science a « occupé une place centrale dans la société et la culture. […] La science et des manières de penser inspirées de la science ont eu ici une importance probablement sans équivalent ailleurs[5] ». Le volume collectif sur la science victorienne publié sous la direction de Bernard Lightman est une autre exception notoire, bien qu'il soit lui aussi, comme l'indique son titre, limité à une seule nation[6].

Il est donc évident que les différents types d'histoire – économique, sociale, politique, culturelle, intellectuelle… –, ainsi que les finalités propres de l'historien, engagent des chronologies spécifiques. Les périodisations et chronologies dépendent essentiellement des questions posées par l'historien et des espaces géographiques qu'il cherche à couvrir. C'est précisément pourquoi nous avons, nous aussi, décidé de laisser nos

1. Par exemple Merz 1896-1914 (vol. 1 et 2), Bernal 1969 (vol. 2), Ben-David 1971, Cahan 2003. À contraster néanmoins avec Brush 1988.
2. Kuhn 1977 (p. 218-222). Pour le rapport entre l'ère des révolutions et l'émergence de la science moderne, voir Cunningham et Williams 1993.
3. Agar 2012.
4. Bowler et Morus 2005, Knight 2009.
5. Fox 2012 (p. 1).
6. Lightman 1997.

propres questionnements dicter notre choix de périodisation. Disons donc en quelques mots ce que sont nos buts et nos raisons, à commencer par l'objet de ce volume.

Il vaut la peine de rappeler que la naissance du monde moderne et, avec elle, l'émergence de l'histoire et de la science en tant que pratiques professionnelles et académiques ont précisément eu lieu pendant la période située entre le dernier tiers du XVIII^e siècle et le déclenchement de la Première Guerre mondiale, en 1914. C'est au cours de ce que nous pouvons appeler ce très long XIX^e siècle qu'elles ont toutes deux revendiqué leur autonomie en tant que champs disciplinaires, avec leurs matières et règles propres, et non plus comme branches de la religion, de la littérature, de la philosophie ou du droit. Au XVIII^e siècle, par exemple, une large gamme de termes décrivaient les diverses formes et pratiques d'investigation de la nature existantes : de la « philosophie naturelle » et l'« histoire naturelle » jusqu'à la *scientia experimentalis* (ou « philosophie expérimentale ») et aux « mathématiques mixtes ». Et alors que seules la médecine, les mathématiques, la théologie et les langues anciennes étaient enseignées à l'Université jusqu'au milieu du XVIII^e siècle, la période suivante vit se multiplier les matières : on pouvait désormais obtenir un diplôme universitaire dans des domaines spécialisés tels que l'histoire, la physique, la chimie ou la biologie. Comme l'a montré l'historien des sciences William Clark, c'est la transformation des universités en institutions dont le but était de produire un nouveau genre d'*homo academicus* aspirant à faire preuve d'originalité et à obtenir la renommée par la publication qui a caractérisé la période[1]. Et, comme le démontrent les contributions d'Aubin et de Levin dans ce volume, observatoires, musées et expositions universelles émergèrent également pendant cette période comme lieux de production de nouveaux savoirs, et ils jouèrent un rôle déterminant dans leur universalisation. Au tournant du XX^e siècle, les diplômes dans n'importe laquelle de ces matières, et dans une liste de plus en plus longue d'autres matières, donnaient à leurs titulaires la possibilité de faire carrière en tant que professionnels dans leurs champs académiques respectifs, leur donnant droit au titre tout nouvellement forgé de *scientist* en anglais, « scientifique » en français, *Wissenschaftler* en allemand, bien sûr, mais également dans les principales langues du monde[2].

Au cours de ce processus de professionnalisation, le concept de science a également évolué du pluriel au singulier, passant d'une multitude de

1. Clark 2006.
2. Bien que le terme *scientist* ait été forgé en 1833 par William Whewell, il a fallu attendre les premières décennies du XX^e siècle pour qu'il entre en circulation en anglais. Le français et l'allemand ont suivi peu après.

savoirs locaux, chacun avec ses méthodes, moyens et mesures propres, à une chose perçue communément comme « la Science », dotée d'unités de mesure standardisées et universellement admises (comme le montre Schaffer dans ce volume) et de moyens de reproduction, d'universités nouvelles. L'essai de Pickstone qui ouvre ce volume met en évidence les étapes par lesquelles le monde du savoir a été reconfiguré, comment il est passé d'un univers hétérogène formé de la philosophie naturelle, de l'histoire naturelle et des mathématiques mixtes à ce que nous identifions comme notre monde familier, celui de la science, de la technologie et de la médecine. Parallèlement à cette transformation, l'histoire a aussi subi une métamorphose, passant d'une entreprise dont la définition et les méthodes variaient selon les lieux, à un projet basé sur l'usage d'une « boîte à outils » communément partagée de sources, de méthodes et, si l'on suit Koselleck, d'une conception épistémologique commune du « temps historique ». Ce concept désigne la « temporalisation » de l'histoire conçue comme un déplacement du sens du temps, passant d'une conception de l'histoire comme scène sur laquelle se produisent toutes les (petites) histoires du monde à celle d'une force dotée d'une dynamique propre[1]. Et, ainsi que le soutient Wise dans ce volume, comme en un jeu de miroirs réfléchissants, la science, elle aussi, a commencé, à partir du milieu du XIX^e^ siècle, à inclure le temps dans une conception jusqu'alors atemporelle de la nature et de ses lois.

L'émergence de ce nouveau concept d'histoire est inséparable de celui de modernité conçue comme ensemble de normes socioculturelles et de pratiques fondées sur une foi inaltérable dans le progrès. En effet,

> c'est le progrès qui a conceptualisé la différence entre le passé jusqu'ici et le futur qui vient [...] produisant la première définition authentiquement historique du temps qui n'ait pas dérivé sa signification d'autres domaines de l'expérience comme la théologie ou une prescience mythique. Le progrès n'a pu être découvert que lorsque les hommes se sont mis à réfléchir sur le temps historique lui-même. C'est une notion réflexive. En pratique cela signifie que le progrès ne peut se produire que si les hommes le veulent et le prévoient. Que l'avenir soit un horizon d'attente, non seulement de jours, de semaines ou même d'années, mais une anticipation des changements sur le long terme, est un des aspects du temps historique qui est considéré comme progressif[2].

La base matérielle de cet « horizon d'attente » et donc du progrès a été délivrée par une variété de plus en plus grande de marchandises

1. Koselleck 1990 [1979] (p. 263-305).
2. Koselleck 2002 (p. 115-130 et p. 118-120). Pour une histoire de la modernité dans le contexte français, voir Charle 2011.

industrielles fournies aux gens du commun. « Le progrès technique et industriel, écrit Koselleck, a touché tout le monde en même temps, bien que de manière diverse. C'est devenu un axiome d'expérience général [qui] laissait attendre de nouveaux progrès sans pouvoir les évaluer d'avance[1]. » Dans son récit de voyage traduit en anglais en 1810, Mirza Abu Talib Khan Isfahani (1752-1806), un savant-administrateur indien qui visita l'Europe entre 1799 et 1802, nota au sujet de cette intrication du progrès, de la modernité et du temps :

> Les riches sont obligés non seulement d'altérer la forme de leurs vêtements chaque année, mais également de changer tous les meubles de leur maison. Il serait considéré comme indigne d'une personne de goût d'avoir son salon meublé de la même façon pendant deux années successives.

Il observait que de telles dépenses étaient profitables en ceci qu'elles

> encourageaient la créativité et les manufacturiers de toute sorte ; et [qu']elles permettaient aux classes moyennes et inférieures de subvenir à leurs besoins à peu de frais en achetant des articles démodés.

Enfin, le rapport entre progrès et savoirs scientifiques n'échappa pas non plus à notre observateur attentif :

> Les Anglais ont des idées fort singulières sur ce qu'on appelle *perfection* ; ils prétendent que ce n'est qu'une qualité idéale, et qui dépend entièrement de la comparaison ; que l'homme s'est élevé, par degrés, de l'état de sauvage à la dignité sublime du grand philosophe Newton ; mais que, loin d'avoir atteint la *perfection*, il est possible que, dans la suite des siècles, les philosophes regarderont avec autant de dédain la science de Newton que nous considérons aujourd'hui l'état grossier des arts parmi les sauvages[2].

En effet, l'idée de perfectibilité est très répandue à l'époque en Grande-Bretagne. Un de ses plus fervents partisans, Joseph Priestley (1732-1804), écrivait déjà en 1767 : « La gloire du célèbre Newton lui-même, et de ses contemporains, peut être éclipsée par un nouvel ordre de philosophes dans un champ de spéculation tout à fait nouveau[3]. » Discernant déjà un lien intime entre science et histoire, il exhortait les gens à étudier

1. Koselleck 1985 [1990] (p. 321).
2. Stewart 1810 (trad.) (vol. 2, p. 58-59 et 61 respectivement).
3. Priestley 1771 [1767] (p. xxi-xxii).

l'histoire des sciences « afin de nous stimuler dans nos efforts pour aller toujours plus avant » :

> Aussi haut que nous soyons parvenus dans le domaine des sciences de la nature, nous sommes partis de très bas et notre ascension fut extrêmement lente […] étant donné que la montagne s'élève encore à perte de vue, que nous n'avons en réalité guère dépassé ses contreforts, savoir comment nous y sommes parvenus ne pourra que nous stimuler […] et nous suggérer des méthodes et des ressources pour nous aider à progresser toujours plus[1].

Il faut en effet insister ici sur le fait que la science, par la publicité accordée aux nouvelles découvertes, notamment à travers les musées scientifiques et les expositions industrielles, a joué un rôle essentiel dans l'émergence de la sphère publique moderne et dans l'établissement du progrès comme principe téléologique fondateur, la distinguant ainsi des périodes antérieures et des sociétés lointaines, désignées dès lors comme « traditionnelles ». Au moment où furent publiées les œuvres des thuriféraires de l'histoire moderne et de la philosophie positiviste – notamment Comte, Mill, Marx et Engels, Spencer –, les découvertes les plus récentes de la science et de la technologie étaient affichées dans les principaux centres européens et les musées de Bombay et de Calcutta, pour que les masses s'en émerveillent et soient associées à la dynamique et aux produits matériels du progrès.

Un demi-million de spectateurs assistèrent à la cérémonie inaugurale de la *Great Exhibition* – l'Exposition universelle du Crystal Palace à Londres – et quelque 6 millions (c'est-à-dire presque un tiers de la population britannique) la visitèrent durant les cinq mois et demi de son déroulement. L'Exposition était conçue comme une présentation encyclopédique des pays du monde : de leurs cultures, de leurs ressources, de leurs industries et de leurs produits. En décrivant les buts et le sens de l'Exposition, le président de la commission organisatrice, le prince consort Albert, traçait explicitement un lien de causalité entre la science, la technologie, le développement et la nouvelle idée de l'histoire :

> La science découvre ces lois de la puissance, du mouvement et de la transformation : l'industrie les applique à la matière brute, que la terre nous fournit en abondance, mais qui n'acquiert sa valeur que grâce au savoir : l'art nous enseigne les lois immuables de la beauté et de la symétrie, et donne à nos productions les formes qui leur conviennent. Messieurs, l'Exposition de 1851 doit nous fournir un véritable test et une image vivante du point de développement atteint par

1. Priestley 1769 (p. IV-V). À ce propos, voir également Heilbron 1977 et McEvoy 1979.

> l'ensemble de l'humanité dans cette grande tâche, et un nouveau point de départ à partir duquel toutes les nations seront capables de diriger leurs efforts ultérieurs[1].

Malgré l'originalité de ces associations, l'Exposition universelle ne constituait pas un événement isolé dans l'histoire. C'était plutôt l'expression d'une étape novatrice dans un processus historique plus long qui poussait la science et la modernité dans le même mouvement centrifuge. Comme nous le rappelle son titre complet, « Exposition universelle des produits de l'industrie de toutes les nations », ainsi que le sobriquet du Crystal Palace – « le Grand Shalimar » (terme des Moghols pour désigner leurs jardins en terrasses, lui-même dérivé de *shah al-'imarat*, mot arabo-persan signifiant « seigneur des constructions »)[2] –, cet événement spectaculaire était également l'icône et la célébration d'un monde en voie de globalisation accélérée[3]. Le symbolisme de cette globalité impériale fut bien visible pendant la cérémonie d'ouverture, durant laquelle la reine Victoria apparut sur son trône dans l'allée principale avec les ambassadeurs du monde entier à ses pieds et entourée des richesses de toutes les nations.

En d'autres termes, notre but est de permettre au lecteur de tirer les implications de la coémergence et de l'intrication des sciences, de l'histoire et de la modernité dans la perspective de plus en plus globalisée de la période. Puisqu'il existe déjà une vaste littérature sur les relations unissant histoire et modernité, nous voudrions privilégier le prisme de la science et mettre en évidence les processus qui ont joué dans l'émergence de cette intrication ainsi que dans la perception de la science comme une série de pratiques et de protocoles globalement admis, mais aussi comme la source principale de légitimation de l'autorité et de l'action.

C'est en cherchant à privilégier cette conception de l'histoire comme *processus* que nous nous séparons de la perception traditionnelle et « discontinuiste » de l'histoire des sciences comme passage d'une révolution à une autre. Nous ne voulons pas nous concentrer sur des événements individuels spectaculaires qui changent la donne, mais plutôt sur des phénomènes plus lents et à développement inégal qui se sont réalisés dans la durée, donnant à « l'histoire », « la modernité » et « la science » leurs sens mutuellement intriqués[4]. En ce sens, notre conception a des traits communs avec celle de

1. Royal Commission 1851 (vol. 1, partie I, p. 4). Le lien entre l'autoprésentation et la construction des identités nationales pour le cas mexicain est le sujet de Tenorio-Trillo 1996.
2. Suvorova 2011 (p. 91).
3. Auerbach et Hoffenberg 2008, Young 2009. Suivant ici Robertson 1992 (p. 8), nous entendons « globalisation » au sens minimaliste de « compression du monde et intensification de la conscience du monde comme d'un tout ».
4. Cette conception processuelle de l'histoire est inspirée de la vision dynamique à long terme de l'histoire exposée par Hayami 1992 et De Vries 1994, et de leur version de la « révolution industrieuse » opposée à la « révolution industrielle ».

Koselleck en ceci qu'elle cherche à s'attarder sur une durée assez longue, pendant laquelle l'appareil linguistico-conceptuel qui fournit les conditions mêmes de possibilité d'un discours historique a émergé. Mais elle en diffère à bien des égards, autant dans l'étendue géographique que dans les objets et les matériaux étudiés. Tandis que Koselleck s'est concentré sur les transformations conceptuelles qui se sont produites dans le langage social et politique de l'Europe germanophone du *Sattelzeit*, notre propos ici est d'observer l'émergence interdépendante de notre trio et les changements spatiaux, matériels, pratiques, institutionnels et symboliques dans la production des savoirs.

L'insistance sur le processus plutôt que sur la révolution implique d'examiner une période assez longue, et une réflexion sur ses limites spatiales et temporelles. Cette exigence est accentuée par la nécessité pour les historiens des sciences de rendre justice aux connexions globales déjà présentes dans l'exemple de l'Exposition universelle, et de plus en plus étudiées par les recherches historiques récentes[1]. Les recherches antérieures concevaient cette période en termes européocentrés, adoptant une perspective diffusionniste pour rendre compte de la propagation globale des sciences[2]. Il n'est pas sans ironie de noter que, malgré son rôle pionnier dans le découpage d'un nouvel espace interdisciplinaire extrêmement prolifique dans les années 1970 et 1980, l'histoire des sciences a depuis lors été assez rétive à s'engager sérieusement dans une approche d'histoire globale. Elle s'est bien plutôt accrochée à son européocentrisme, faisant au mieux un peu de place à certaines perspectives « non occidentales[3] » (aujourd'hui désignées de façon plus politiquement correcte comme « le Sud », ou « le Sud global », termes empruntés au vocabulaire des relations internationales d'après la guerre froide[4]) aux côtés de la science occidentale – au lieu de chercher à explorer des connexions entre différentes cultures du savoir, à la lumière d'une densification progressive des rencontres et des interactions.

Les historiens de la culture, de la politique et de l'économie ont en revanche déjà pris en compte la nature globalement interconnectée de l'émergence de nombreux phénomènes, encore récemment associés à

1. Subrahmanyam 1997 et 2005, Bayly 2004.
2. Cette approche est parfaitement illustrée dans la préface de Heilbron 2003, où celui-ci explique : « Notre [livre] rend compte de l'expansion de la science et des scientifiques, de leurs centres traditionnels au reste du monde. Cette propagation dans l'espace est parallèle au développement des spécialités scientifiques […] "Propagation" et "développement" sont des concepts clés du *Companion*. »
3. Selin 1997, Allchin et DeKosky 1999.
4. Reuveny et Thompson 2007.

l'Europe occidentale[1]. Par exemple, comme le remarque Christopher Bayly, « l'industrialisation britannique fut une réponse à la production artisanale efficace de textiles dans d'autres parties du monde, notamment en France et en Inde[2] ». La recherche récente a également démontré que l'identité et les institutions économiques et sociales de l'État-nation moderne n'étaient pas un simple produit endogène des sociétés d'Europe occidentale, mais qu'elles furent plutôt le résultat des adaptations de leurs institutions aux modes d'organisation des sociétés non occidentales qu'elles étaient en train de coloniser. En somme, l'Europe occidentale moderne et ses empires se sont constitués dans un même mouvement[3]. Il n'est en effet pas inutile de rappeler que l'Europe n'était pas très différente du reste du monde jusqu'au tournant des XVIII^e^ et XIX^e^ siècles, et que la supériorité européenne doit être expliquée plutôt que présupposée. Les historiens des sciences ne peuvent dès lors plus prétendre demeurer à l'écart au nom du statut exceptionnel de la science, sans risquer de compromettre l'un des acquis principaux des *science studies* : à savoir que la science fait intégralement partie de l'activité culturelle des hommes[4].

Cette enquête sur les connexions globales dans les cultures du savoir est d'autant plus urgente que la représentation plutôt idyllique d'une relation qui serait propre à l'Europe entre histoire et modernité a été récemment érodée[5]. De nombreuses études sur l'historiographie de l'histoire globale ont récemment démontré que d'autres cultures à travers le monde, en partie sous l'impulsion de leur propre dynamique, en partie dans le contexte d'un monde de plus en plus connecté, développaient des modes convergents d'écriture de l'histoire[6]. De même, de nombreux phénomènes convergents observés dans les sciences, comme la standardisation de la mesure, se retrouvent dans d'autres activités politiques et sociales[7]. Le défi est ainsi de comprendre les connexions qui se sont nouées entre l'émergence globale de la science et cette conscience historique moderne[8].

Les lignes principales de l'enquête et de son déploiement dans l'espace étant précisées, revenons à la question des limites temporelles, à la périodisation. Il faut d'abord préciser que l'organisation des périodes en unités

1. Voir, entre autres, Dussel 1993 et Tavakoli-Targhi 2001.
2. Bayly 2004 (p. 174).
3. Washbrook 1997.
4. Pestre 1995.
5. Voir, par exemple, Andaya 1997, Zurndorfer 1997.
6. Iggers, Wang et Mukherjee 2008, Sachsenmaier 2011, Woolf 2011.
7. Bayly 2004, Mazower 2012.
8. Ce travail a déjà été inauguré, par exemple dans Fan 2004, Cook 2007 et Raj 2007. Plus généralement, voir Conrad 2012.

de siècles fut également une invention du XIXe siècle, les historiens de périodes précédentes préférant le terme d'« époque », qui indiquait un découpage conduisant une période donnée du temps jusqu'à son terme pour permettre à une autre de commencer, sans porter attention aux périodes suivantes ou précédentes[9]. C'est en ce sens d'« ère » que nous comprendrons le « XIXe siècle ». Et nonobstant le fait que des incohérences doivent être acceptées parce que les divisions proposées ne peuvent être harmonisées avec toutes les conclusions historiques, nous devons poser des limites chronologiques.

Si nous nous accordons avec le consensus quasi unanime que le commencement de la Grande Guerre marque la fin d'une époque, le point de départ de notre chronologie requiert quelques explications puisqu'il ne correspond en rien au repère habituel : la césure monumentale de 1789. Cette date symbolique est habituellement considérée comme fondatrice de toutes les autres révolutions, notamment de la seconde révolution scientifique – en bref, de la modernité elle-même[10]. De plus, comme tous ses référents sont européens, sinon purement français, cette date n'est pas appropriée à nos objectifs : elle ne fait que nourrir le narcissisme européocentré et la perspective diffusionniste qui l'accompagne lorsqu'il est question de la portée globale des sciences.

Pour rendre justice à l'échelle globale des processus mis en branle, il fallait une année inaugurale plus significative, un événement à l'échelle de la planète qui pût indiquer une accélération des connexions entre les différentes régions du monde. Nous avons retenu la fin de la guerre de Sept Ans (1756-1763). Cette guerre fut en effet le premier événement vraiment planétaire, impliquant des actions militaires des Philippines au Canada en passant par l'océan Indien, le Bengale, le Sénégal, le Brésil et l'Argentine, sans parler de l'Europe et de la Russie. Les années 1760 ont vu une reconfiguration massive de territoires et d'alliances entre les différentes puissances mondiales, une redistribution des cartes. Cela s'est manifesté par la perte par la France de ses possessions en Amérique du Nord, par les conquêtes territoriales britanniques en Inde, les nouveaux investissements européens en Afrique et la traite d'esclaves, ainsi que par une poussée vers l'exploration et le contrôle du Pacifique. À cela s'ajoutait une conjoncture largement indépendante mais globalement contemporaine de la guerre de Sept Ans : l'effondrement de l'Empire moghol, la guerre civile en Iran à partir des années 1750 ; les guerres chroniques entre Ottomans et Russes qui conduisirent à l'affaiblissement et au déclin des

9. Koselleck 2002 (p. 154 *sq.*).
10. Charle 2011.

premiers ; ou encore les tensions entre le Japon, la Russie et la Grande-Bretagne en Extrême-Orient (quelques années plus tard), et qui eurent des conséquences déterminantes sur l'histoire ultérieure.

La fin de la guerre de Sept Ans a inauguré une intégration rapide et progressive des différentes parties du monde dominées par les puissances impériales, européennes et non européennes, processus qui ne fit que s'accélérer dans les décennies et le siècle suivants et dans lequel une dynamique globale du savoir a joué un rôle crucial[1]. Le choix d'une périodisation bornée par deux guerres mondiales fait également écho à l'émergence de l'opposition épistémologique sur un mode belliqueux entre sciences de l'homme et sciences de la nature, et cela jusque dans l'usage du vocabulaire : comme le fait remarquer Feuerhahn dans son chapitre, cet antagonisme est même décrit en termes de « guerre des sciences et des lettres » dès le début du XIX^e^ siècle.

Tout bien considéré, le dernier tiers du XVIII^e^ siècle semble donc un bon point de départ pour notre projet. De plus, ce choix rend justice au phénomène de « seconde révolution scientifique » – le renouveau et l'intensification de l'activité scientifique, l'émergence de nouveaux domaines d'intérêt tels que l'électricité, la mécanique et la chimie, et de nouvelles valeurs telles que la quantification[2] et la précision[3]. Rappelons que les grands travaux de Berthollet, Franklin, Lavoisier, Lagrange, Laplace ou Priestley se situent d'ailleurs dans le dernier tiers du XVIII^e^ siècle.

Les changements et reconfigurations qui suivirent ne se sont pas produits d'un seul coup, ni dans un seul pays. Ainsi, bien qu'un nouvel élan fût trouvé au milieu du XVIII^e^ siècle, il n'était pas uniforme et n'avait pas la même dynamique ni le même rythme selon les savoirs et les sciences considérés. C'est pourquoi notre approche sera mieux décrite si l'on recourt à l'image évoquée par Trotski dans son célèbre modèle de « développement combiné et inégal[4] ». C'est cette « inégalité » qui explique que toutes les contributions de ce volume ne couvrent pas la totalité de cette période de presque cent cinquante ans. Ainsi l'essai de Löwy ne couvre que les cinquante dernières années, car c'était pour elle la période durant laquelle les changements les plus décisifs se sont produits dans les sciences de la vie ; et Schlanger se concentre essentiellement sur trois décennies, entre les années 1830 et 1860. D'autres, comme Sibum, sur le déplacement des frontières entre travail théorique et expérimental dans les sciences, ou Levin, sur la place des musées et des expositions dans l'histoire de

1. Schaffer *et al.* 2009.
2. Frängsmyr, Heilbron et Rider 1990.
3. Au sujet de la précision, voir Wise 1997.
4. Trotski 1967 [1930] (p. 15).

l'articulation de la science à la modernité, font débuter leurs récits avant 1770 et couvrent presque tout le siècle suivant.

Il faut préciser toutefois que même cet espace européen était composé de communautés de savoirs plutôt hétérogènes, avec des préoccupations et des dynamiques distinctes. Par exemple, pendant sa tournée européenne dans les années 1870, le physicien américain Henry Rowland remarquait l'hétérogénéité flagrante et la désunion de la science européenne. La contribution de Sibum met en évidence ces différences entre France, Allemagne et Grande-Bretagne, tout en considérant la relation changeante entre les activités intellectuelle et manuelle dans la physique expérimentale au cours de ce long XIXe siècle. Et comme Alexander le souligne dans sa contribution, la tension entre les climats intellectuels de la France et de l'Allemagne a conduit à des approches divergentes en mathématiques, et fournit bel et bien la toile de fond nécessaire à la compréhension des transformations radicales de ce domaine.

Comme dans les autres volumes de cette série, nous avons aussi choisi de ne pas nous attarder sur chaque science prise individuellement, mais de mettre en lumière les champs et les questions qui ont effectivement redéfini non seulement les perceptions du monde naturel, mais aussi un ordre moderne de la société et de la globalisation. Wise met ainsi en relief le rôle central de la machine à vapeur et de la pensée de l'économie politique pour le déploiement d'un modèle explicatif unique du monde qui fait de l'énergie la notion centrale de la physique, de l'ordre social et des dynamiques de globalisation. Et Höhler met en lumière l'ascension et la formation des sciences de la Terre et de l'air, si essentielles dans le monde d'aujourd'hui, à travers les tensions entre nationalisme et impérial-internationalisme, c'est-à-dire entre les impératifs de compétition et de collaboration imposés par la logique des États-nations et la nécessité d'investiguer les espaces communs (fonds des océans, congrès internationaux de normalisation…). Löwy, de son côté, fait un portrait saisissant de la mythique révolution microbienne comme n'étant finalement rien de plus qu'une promesse séduisante jusqu'à la Première Guerre mondiale. Dans son article sur « Boucher de Perthes au travail. Industrie et préhistoire au XIXe siècle », Schlanger revisite l'histoire de la « haute antiquité de l'homme ». Il montre comment Boucher de Perthes enracine l'homme préhistorique dans le capitalisme ambiant, en valorisant une conception transhistorique du travail : l'industrie primitive qu'il dépeint repose sur une notion de mérite qui récompense l'effort par rapport à l'héritage.

L'articulation du scientifique et du technique avec l'ordre politique et économique est étudiée par Fressoz et Schaffer. Le premier montre que

le « laisser-faire » du XIXe siècle n'est possible qu'à travers une entreprise volontariste de définition de formes techniques et la protection juridique et sociale du capital industriel. La norme de sécurité en est un élément majeur qui révèle combien les sciences et techniques sont capables de sécuriser les univers productifs – une *hubris* bien connue et toujours renaissante. Schaffer prend la chose sous un angle complémentaire et s'intéresse à la production des normes, mesures, dispositifs (et marchandises) standardisés que demandent l'État fiscal et les marchés. Le préoccupe la métrologie comme entreprise scientifique, comme entreprise impérialiste, comme discipline des sujets et comme valeur – et l'immensité du travail social requis pour réussir à faire « tenir » ces standards. La question de la standardisation est également au cœur du travail de Berlivet. Ce dernier explore la pluralité des mondes sociaux qui contribuèrent à l'émergence de la statistique, à l'orée du XIXe siècle, puis à son essor mondial, et qui firent qu'une pratique savante longtemps demeurée en marge du monde universitaire et de ses divisions disciplinaires contribua plus que toute autre, à travers l'élaboration de catégories, de schèmes de pensée et de routines intellectuelles (comme le calcul de moyennes), à faire émerger cette réalité nouvelle : le social. Il souligne l'« avalanche des chiffres imprimés » caractéristique de ce siècle, tout comme Müller-Wille. À l'articulation entre science, hygiène et démographie, entre pratiques médicales et contrôle des populations, celui-ci présente le rôle des savoirs dans l'émergence de l'ordre biopolitique contemporain. Il décrit la manière dont les sciences statistiques (Quetelet, Galton, Pearson) et l'anthropologie physique fabriquent alors hérédité et race. Race et « raciologie » (ou la science moderne des races) sont au cœur du chapitre de Douglas. Elle y analyse comment, à travers une mobilisation de l'histoire naturelle, de l'anatomie comparée, de la biologie, de la cartographie, de l'ethnologie et de l'anthropologie, le XIXe siècle construit une conception hiérarchique des peuples humains basée sur la capacité de progrès, reléguant les peuples non blancs en bas de l'échelle, légitimant leur domination et leur asservissement – et finalement l'eugénisme.

Si les thèmes que nous avons abordés jusqu'ici concernent principalement l'espace européen, certaines pratiques de savoir ont pris forme dans d'autres parties du monde, et dans le cadre du développement rapide des connexions entre les différentes sociétés humaines. Il reste que, comme l'observe Christopher Bayly,

> ces connexions pouvaient tout aussi bien renforcer l'idée de la différence et même de l'antagonisme entre les hommes issus de différentes sociétés, et notamment entre leurs élites. Par exemple, les Japonais, les Indiens et les

> Américains ont de plus en plus pris appui sur l'idée qu'ils avaient héritée de leur identité nationale, religieuse ou culturelle, alors qu'ils faisaient face aux graves défis suscités par la nouvelle économie globale, et notamment par l'impérialisme européen[1].

De fait, trois essais de ce volume abordent les pays mentionnés par Bayly, et c'est précisément à travers le prisme de la production et de la conservation de l'altérité que ces chapitres considèrent les développements scientifiques dans ces espaces[2].

Chaplin montre ainsi comment les sciences, aux États-Unis, ont nourri et légitimé une vision racialiste de la société. Elles étaient néanmoins en dialogue avec la science européenne, de Franklin aux savants et institutions scientifiques de la fin du XIXe siècle, et elles influencèrent profondément, en retour, la pensée et les pratiques du Vieux Continent (du romantisme aux théories de l'évolutionnisme biologique et social, de Wallace, Darwin et Spencer). Il est essentiel de rappeler au lecteur que, quoi qu'en dise la géographie politique du monde contemporain, les États-Unis ne faisaient pas alors partie de l'« Occident » ou de la « science occidentale ». Encore en 1919, Max Weber remarquait dans son fameux essai « Le métier et la vocation du savant » les différences fondamentales entre les systèmes d'enseignement supérieur en Allemagne et aux États-Unis, même si ceux-ci avaient été conçus sur le modèle de ceux-là[3]. Pour sa part, Ito invoque la métaphore du champ de bataille, où la compétition entre ennemis ou adversaires donne l'impulsion pour s'approprier le savoir du camp opposé, afin de rendre compte de la dynamique d'entrée du Japon dans le monde de « la science » à la suite de l'expédition Perry de 1853. Quant à l'Inde, Raj insiste sur la rencontre culturelle entre les communautés de savoir d'Asie du Sud et d'Europe dans le contexte de la colonisation britannique, à la suite de la guerre de Sept Ans. Il met en évidence l'interaction étroite entre les processus de circulation et d'intercommunication, d'un côté, et les attitudes apparemment contradictoires et antagonistes, de l'autre – ce que l'historien des sciences Michael Gordin a appelé l'« appropriation hostile[4] » – pour montrer comment des pans importants du savoir scientifique ont été construits et diversement appropriés dans le contexte de l'apogée de l'impérialisme du XIXe siècle.

Bien que le XIXe siècle ait été une époque d'ascendance de la science, craintes et inquiétudes quant aux conséquences de cette nouvelle conception

1. Bayly 2004 (p. 1).
2. Voir Raj 2010 et 2013, Cohen 2010.
3. Weber 2003 [1919] (notamment p. 67-71).
4. Gordin [à paraître].

du savoir sur la nature étaient monnaie courante. En 1815 eut lieu l'éruption du volcan Tambora, sur l'île indonésienne de Sumbawa – l'explosion volcanique la plus puissante depuis deux mille ans et qui propulsa d'immenses colonnes de cendre dans l'atmosphère. Au printemps suivant, le ciel d'Europe et d'Amérique du Nord devint étrangement sombre, à un degré alarmant. Cette année fut connue comme l'« année sans été ». Mary Wollstonecraft, alors sur les rives du lac Léman avec Lord Byron et son futur mari le poète Percy Bysshe Shelley, fut contrainte de passer le plus clair de son temps devant la cheminée. Elle y écrivit *Frankenstein*, peut-être le premier roman de science-fiction, dans lequel elle mettait en garde contre les dangers de la science devenue folle[1]. Bien que le temps insolite qui inspira Mary Shelley ait été provoqué par un phénomène naturel, les effets de l'action humaine sur l'environnement global étaient devenus objets à part entière de l'investigation scientifique (non dénuée d'angoisses[2]) des dernières décennies du XVIII^e siècle. Locher revient ainsi sur la manière dont les contemporains ont pensé l'impact de l'action humaine (et de l'expansion coloniale) sur le climat. Il remet en question la conception historiciste convenue qui s'appuie sur le « grand partage » entre les domaines du social et du naturel, et montre la nécessité impérieuse d'un « nouvel historicisme » qui rétablirait l'inséparabilité des hommes, des lieux, du politique et de l'environnement.

Si une certaine angoisse romantique concernant un avenir sans âme, dominé par la science et parfois incontrôlable, a incontestablement assombri l'optimisme général de cette époque, on y trouvait aussi la conviction rassurante que la science elle-même pourrait remettre les choses en ordre. Dans un des best-sellers du début du XX^e siècle, Bram Stoker réinvente le mythe de Dracula comme une monstruosité mutante qui défie les lois évolutionnistes darwiniennes et menace l'Angleterre dans son existence même[3]. C'est seulement grâce à des calculs méticuleux basés sur les horaires de bateaux et de trains que ses poursuivants sont capables de le rattraper et finalement de le détruire[4]. Tresch tempère cette foi utopique dans la science comme une force qui peut vaincre les formes déviantes par sa puissance de calcul. En résonance avec l'analyse de Locher, il montre que la cosmologie naturaliste adoptée par la modernité scientifique, et soutenue par l'ordre économique global et sa quête d'un monde unifié et calibré, a été contestée et confrontée à nombre de cosmologies alternatives. Pour le bien de cette époque, nous montre Tresch,

1. Shelley 1818.
2. Grove 1995 (chap. 7).
3. Stoker 1897.
4. Richards 1993 (p. 45-72).

mais aussi des nôtres : récuser les naturalisations qui nous sont imposées est tout aussi vital aujourd'hui que cela l'était alors.

REMERCIEMENTS : Nous remercions Luc Berlivet, Charlotte Bigg, Caroline Ford, Franck Lemonde, Dominique Pestre, Simon Schaffer, Sanjay Subrahmanyam et Jakob Vogel pour leur relecture critique et leurs précieuses suggestions. Cette introduction doit également beaucoup aux participants du séminaire de recherche « Les frontières mouvantes entre sciences et savoirs (XVIII^e^-XX^e^ siècle) » de l'École des hautes études en sciences sociales à qui nous avons fait subir depuis le début son élaboration. Enfin, nous tenons à remercier Sophie Lhuillier et Jean-Claude Baillieul des Éditions du Seuil pour leur efficacité et leur gentillesse tout au long de la production de cet ouvrage.

Traduit par Franck Lemonde

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AGAR Jon, 2012, *Science in the Twentieth Century and Beyond*, Cambridge, Polity Press.

ALLCHIN Douglas et DEKOSKY Robert (dir.), 1999, *An Introduction to the History of Science in Non-Western Traditions*, Seattle (WA), History of Science Society.

ANDAYA Barbara Watson, 1997, « Historicising "Modernity" in Southeast Asia », *Journal of Economic and Social History of the Orient*, n° 40, p. 391-409.

AUERBACH Jeffrey A. et HOFFENBERG Peter H. (dir.), 2008, *Britain, the Empire, and the World at the Great Exhibition of 1851*, Aldershot, Ashgate.

BASALLA George, 1967, « The Spread of Western Science », *Science*, vol. 156, n° 3775, p. 611-622.

BAYLY Christopher A., 2004, *The Birth of the Modern World (1780-1914) : Global Connections and Comparisons*, Oxford, Blackwell.

BEN-DAVID Joseph, 1971, *The Scientist's Role in Society*, Englewood Cliffs (NJ), Prentice Hall.

BERNAL John Desmond, 1969 [1954], *Science in History*, Londres, C.A. Watts & Co., 4 vol.

BLACKBOURN David, 1997, *The Long Nineteenth Century : A History of Germany (1780-1918)*, New York, Oxford University Press.

BLAUT James Morris, 1993, *The Colonizer's Model of the World : Geographical Diffusionism and Eurocentric History*, New York, Guilford Press.

BOURGUET Marie-Noëlle, LICOPPE Christian et SIBUM H. Otto (dir.), 2002, *Instruments, Travel and Science : Itineraries of Precision from the Seventeenth to the Twentieth Century*, Londres, Routledge.

BOWLER Peter J. et MORUS Iwan Rhys, 2005, *Making Modern Science : A Historical Survey*, Chicago (IL), University of Chicago Press.

BRUSH Stephen G., 1988, *The History of Modern Science : A Guide to the Second Scientific Revolution*, Ames (IA), Iowa State University Press.

CAHAN David (dir.), 2003, *From Natural Philosophy to the Sciences : Writing the History of Nineteenth-Century Science*, Chicago (IL), University of Chicago Press.

Charle Christophe, 2011, *Discordance des temps. Une brève histoire de la modernité*, Paris, Armand Colin.
Clark William, 2006, *Charisma and the Origins of the Research University*, Chicago (IL), University of Chicago Press.
Cohen Yves, 2010, « Circulatory Localities : The Example of Stalinism in the 1930s », *Kritika : Explorations in Russian and Eurasian History*, vol. 11, nº 1, p. 11-45.
Conrad Sebastian, 2012, « Enlightenment in Global History : A Historiographical Critique », *American Historical Review*, vol. 17, nº 4, p. 999-1027.
Cook Harold J., 2007, *Matters of Exchange : Commerce, Medicine, and Science in the Dutch Golden Age*, New Haven (CT), Yale University Press.
Cunningham Andrew et Williams Perry, 1993, « De-Centring the "Big Picture" : *The Origins of Modern Science* and the Modern Origins of Science », *British Journal for the History of Science*, nº 26, p. 407-432.
De Vries Jan, 1994, « The Industrial Revolution and the Industrious Revolution », *Journal of Economic History*, nº 54, p. 249-270.
Dussel Enrique, 1993, « Eurocentrism and Modernity », *Boundary 2*, vol. 20, nº 3, p. 65-76.
Fan Fa-ti, 2004, *British Naturalists in Qing China : Science, Empire and Cultural Encounter*, Cambridge (MA), Harvard University Press.
Fox Robert, 2012, *The Savant and the State : Science and Cultural Politics in Nineteenth-Century France*, Baltimore (MD), Johns Hopkins University Press.
Frängsmyr Tore, Heilbron John L. et Rider Robin E. (dir.), 1990, *The Quantifying Spirit in the Eighteenth Century*, Berkeley (CA), University of California Press.
Gerschenkron Alexander, 1962, *Economic Backwardness in Historical Perspective : A Book of Essays*, Cambridge (MA), The Belknap Press of Harvard University Press.
Gordin Michael, [à paraître], « "What a Go-A-Head People They Are !" : The Hostile Appropriation of Herbert Spencer in Imperial Russia », *in* Bernard Lightman (dir.), *Global Spencerism*, Leyde, Brill.
Grove Richard, 1995, *Green Imperialism : Colonial Expansion, Tropical Island Edens and the Origins of Environmentalism (1600-1860)*, Cambridge, Cambridge University Press.
Hayami Akira, 1992, « The Industrious Revolution », *Look Japan*, nº 38, p. 38-43.
Heilbron John L., 1977, « Franklin, Haller, and Franklinist History », *Isis*, vol. 68, nº 4, p. 539-549.
– (dir.), 2003, *The Oxford Companion to the History of Modern Science*, Oxford, Oxford University Press.
Hobsbawm Eric J., 1970 [1962], *L'Ère des révolutions (1789-1848)*, Paris, Fayard.
– 1977 [1975], *L'Ère du capital (1848-1875)*, Paris, Fayard.
– 1989 [1987], *L'Ère des empires (1875-1914)*, Paris, Fayard.
Iggers Georg G., Wang Q. Edward et Mukherjee Supriya, 2008, *A Global History of Modern Historiography*, Harlow, Pearson Education.
Knight David, 1986, *The Age of Science : The Scientific World-View in the Nineteenth Century*, Oxford, Blackwell.
– 2009, *The Making of Modern Science : Science, Technology, Medicine and Modernity*, Cambridge, Polity Press.
Koselleck Reinhart, 1990 [1979], *Le Futur passé. Contribution à la sémantique des temps historiques*, Paris, Éd. de l'EHESS, 1990.
– 2002, *The Practice of Conceptual History : Timing History, Spacing Concepts*, Stanford (CA), Stanford University Press.

Koselleck Reinhart *et al.*, 1975, « Geschichte, Historie », *in* Otto Brunner, Werner Conze et Reinhart Koselleck (dir.), *Geschichtliche Grundbegriffe : Historisches Lexikon zur politisch-sozialen Sprache in Deutschland*, Stuttgart, Klett-Cotta, vol. 2 (E-G), p. 593-717.

Kuhn Thomas S., 1977, « The Function of Measurement in Modern Physical Science », *in* Thomas S. Kuhn, *The Essential Tension : Selected Studies in Scientific Tradition and Change*, Chicago (IL), University of Chicago Press, p. 178-224.

Lightman Bernard (dir.), 1997, *Victorian Science in Context*, Chicago (IL), University of Chicago Press.

Mazower Mark, 2012, *Governing the World : The History of an Idea*, Londres, Allen Lane.

McEvoy John G., 1979, « History, Knowledge, and the Nature of Progress in Priestley's Thought », *The British Journal for the History of Science*, vol. 12, nº 1, p. 1-30.

Merz John Theodore, 1896-1914, *A History of European Thought in the Nineteenth Century*, Édimbourg, Blackwood & Sons, 4 vol.

Osterhammel Jürgen, 2009, *Die Verwandlung der Welt. Eine Geschichte des 19. Jahrhunderts*, Munich, Beck.

Pestre Dominique, 1995, « Pour une histoire sociale et culturelle des sciences. Nouvelles définitions, nouveaux objets, nouvelles pratiques », *Annales. Histoire, sciences sociales*, vol. 50, nº 3, p. 487-522.

Priestley Joseph, 1769, *The History and Present State of Electricity*, 2e éd., Londres.

– 1771 [1767], *L'Histoire de l'électricité*, Paris.

Raj Kapil, 2007, *Relocating Modern Science : Circulation and the Construction of Knowledge in South Asia and Europe (1650-1900)*, Basingstoke, Palgrave Macmillan.

– 2010, « Introduction : Circulation and Locality in Early Modern Science », *British Journal for the History of Science*, vol. 43, nº 4, p. 513-517.

– 2013, « Beyond Postcolonialism… and Postpositivism : Circulation and the Global History of Science », *Isis*, vol. 104, nº 2, p. 337-347.

Ramirez III Enrique Gualberto, 2013, *Airs of Modernity (1881-1914)*, thèse de Ph.D., Princeton, School of Architecture, Princeton University.

Reuveny Rafael X. et Thompson William R., 2007, « The North-South Divide and International Studies : A Symposium », *International Studies Review*, vol. 9, nº 4, p. 556-564.

Richards Thomas, 1993, *The Imperial Archive : Knowledge and the Fantasy of Empire*, Londres, Verso.

Robertson Roland, 1992, *Globalization : Social Theory and Global Culture*, Londres, Sage.

Royal Commission, 1851, *Official Descriptive and Illustrated Catalogue of the Works of Industry of All Nations*, Londres.

Sachsenmaier Dominic, 2011, *Global Perspectives on Global History : Theories and Approaches in a Connected World*, Cambridge, Cambridge University Press.

Schaffer Simon, Roberts Lissa, Raj Kapil et Delbourgo James (dir.), 2009, *The Brokered World : Go-Betweens and Global Intelligence (1770-1820)*, Sagamore Beach (MA), Science History Publications.

Schorske Carl, 1983 [1980], *Vienne fin de siècle. Politique et culture*, Paris, Seuil.

Selin Helaine (dir.), 1997, *Encyclopaedia of the History of Science, Technology, and Medicine in Non-Western Cultures*, Dordrecht, Londres et Boston, Kluwer Academic Publishers.

Shelley Mary Wollstonecraft, 1818, *Frankenstein, or the Modern Prometheus*, Londres.

Stewart Charles, 1810 (trad.), *The Travels of Mirza Abu Talib Khan in Asia, Africa and Europe during the Years 1799, 1800, 1801, 1802 and 1803. Written by himself in the Persian language. Translated by Charles Stewart*, Londres, 2 vol.

Stoker Bram, 1897, *Dracula*, Westminster, A. Constable & Co.

Subrahmanyam Sanjay, 1997, « Connected Histories : Notes towards a Reconfiguration of Early Modern Eurasia », *Modern Asian Studies*, vol. 31, nº 3, p. 735-762.

– 2005, *Explorations in Connected History*, t. 1 : *Mughals and Franks* ; t. 2 : *From the Tagus to the Ganges*, Oxford, Oxford University Press.

Suvorova Anna, 2011, *Lahore : Topophilia of Space and Place*, Karachi, Oxford University Press.

Tavakoli-Targhi Mohamad, 2001, *Refashioning Iran : Orientalism, Occidentalism and Historiography*, Basingstoke, Palgrave.

Tenorio-Trillo Mauricio, 1996, *Mexico at the World's Fairs : Crafting a Modern Nation*, Berkeley (CA), University of California Press.

Trotski Léon, 1967 [1930], *Histoire de la Révolution russe*, t. 1 : *La Révolution de Février*, Paris, Seuil.

Washbrook David, 1997, « From Comparative Sociology to Global History : Britain and India in the Prehistory of Modernity », *Journal of Economic and Social History of the Orient*, nº 40, p. 410-443.

Weber Eugen, 1983 [1976], *La Fin des terroirs. La modernisation de la France rurale (1870-1914)*, Paris, Fayard.

Weber Max, 2003 [1919], « Le métier et la vocation du savant », *in* Max Weber, *Le Savant et le politique. Une nouvelle traduction*, trad. par Catherine Colliot-Thélène, Paris, La Découverte, p. 67-110.

Wise M. Norton (dir.), 1997, *The Values of Precision*, Princeton, Princeton University Press.

Woolf Daniel, 2011, *A Global History of History*, Cambridge, Cambridge University Press.

Young Paul, 2009, *Globalization and Great Exhibition : The Victorian New World Order*, Basingstoke, Palgrave Macmillan.

Zurndorfer Harriet T., 1997, « China and "Modernity" : The Uses of the Study of Chinese History in the Past and the Present », *Journal of Economic and Social History of the Orient*, vol. 40, nº 4, p. 461-485.

PREMIÈRE PARTIE

SCIENCES, CULTURES, SOCIÉTÉS

Atomic Symbols

BY

John Dalton, D.C.L. F.R.S. &c. &c.

EXPLANATORY OF A LECTURE

given by him

to the Members of the

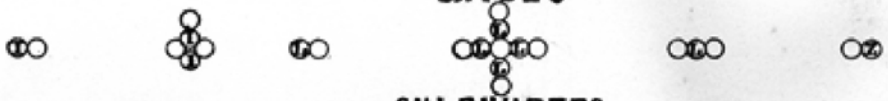
Manchester Mechanics' Institution

19th October, 1835.

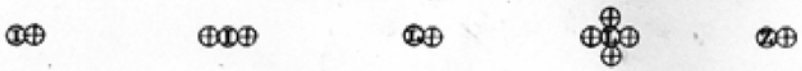
ELEMENTS.

Hydrogen ⊙	Oxygen ○	Azote ◑	Chlorine ⊖
Carbon ●	Phosphorus Ⓟ	Sulphur ⊕	Lead Ⓛ
Zinc Ⓩ	Iron ①	Tin Ⓣ	Copper Ⓒ

OXIDES



SULPHURETS.



COMPOUNDS.

Binary.

Water ⊙○
Nitrous gas ◑○
Carbonic oxide ●○
Sulphurelled hydrogen ⊕⊙
Phosphurelled hydrogen Ⓟ⊙
Olefiant gas ●⊙
Cyanogen ●◑

Ternary.

Deutoxide of Hydrogen ⊙○○
Sulphurous acid ⊕○○
Acetic acid ●○○
Nitrous oxide ◑○○
Carbonic acid ●●○
Phosphoric acid Ⓟ○○
Nitrous vapour ◑◑○
Carburetted hydrogen ●⊙⊙
Prussic acid ◑●⊙ ?
Bicarburetted hydrogen ●●⊙
Tar ●●●

Quaternary.

Sulphuric acid ⊕○○○
Bicarburetted gas ●●●●
Pyroxylic spirit ●●⊙○

Quinquenary.

Ammonia ◑⊙⊙⊙
Nitrous acid ◑○○○○
Prussic acid ◑●⊙⊙ ?

Senary.

Alcohol ●●⊙⊙○

Septenary.

Pyroacetic spirit ●●●⊙○○

Septenary.

Nitric acid ◑○○○○○

Decenary.

Ether ●●⊙⊙○○○○○

1 Les révolutions analytiques et les synthèses du modernisme

JOHN V. PICKSTONE

L'histoire des sciences telle qu'elle s'est développée dans le monde universitaire d'après la Seconde Guerre mondiale a volontiers été associée à la philosophie des sciences. Au cœur de la discipline figurait une réflexion sur l'origine de la science moderne qui aboutissait inéluctablement à la révolution scientifique du XVII^e^ siècle. Physique, mathématisation du monde, développement de l'expérimentation ou émergence des sociétés scientifiques occupaient une place de choix dans cette réflexion. Dans un texte désormais classique, le célèbre historien et philosophe britannique Herbert Butterfield (1900-1979) proposait même de prolonger la révolution scientifique jusqu'à la fin du XVIII^e^ siècle, puis jusqu'au milieu du XIX^e^, pour tenir compte de l'avènement de la chimie moderne et de la biologie évolutionniste de Darwin[1].

Les historiens ont depuis élargi leurs centres d'intérêt. En s'intéressant plutôt aux pratiques par lesquelles les connaissances scientifiques se créent, circulent et sont mises en œuvre, ils se penchent aujourd'hui sur les savoirs communs autant que sur les savoirs et expertises des professionnels et des élites. Plus ils élargissent leur champ de vision, plus les sciences, les techniques et la médecine semblent inséparables dans leur histoire : on commence à se rendre compte que les distinctions entre celles-ci sont moins définies *a priori* que le résultat des négociations entre acteurs à différents moments historiques. Le champ académique ainsi redéfini comme une histoire des sciences, des techniques et de la médecine rencontre alors sur de nombreux plans l'histoire sociale, politique et économique, et permet d'envisager l'élargissement de la perspective

1. Butterfield 1937.

◀ Les atomes de John Dalton selon sa présentation devant le Manchester Mechanics' Institute en 1835. Cette table suppose que toutes les substances peuvent être analysées comme composées d'éléments indécomposables.

historique à toutes les pratiques savantes, en incluant les sciences sociales et les humanités aussi bien que les beaux-arts.

Quelles sont les conséquences de cette nouvelle perspective pour nos chronologies de base ? Notre vue d'ensemble peut-elle toujours se raccrocher à la révolution scientifique du XVII^e siècle ? Existe-t-il d'autres cadres permettant de lier la périodisation des sciences, des techniques, de la médecine et des arts à celle d'autres branches de l'histoire – tout en préservant suffisamment les structures dynamiques des pratiques savantes pour autoriser leur comparaison à travers les âges et les lieux ? Notre chronologie peut-elle saisir la continuité des pratiques quotidiennes autant que les changements intellectuels ? Dans mon ouvrage *Ways of Knowing*, ainsi que dans le présent essai, je tente de répondre à ces questions en portant mon attention sur cette période aux alentours de 1800 qu'est l'ère des révolutions. Cependant, cet essai montrera aussi comment la révolution scientifique du XVII^e siècle retrouve sa place dans cette nouvelle vue d'ensemble qui nous permet également de percevoir les changements de la fin du XIX^e siècle sous un jour nouveau.

Aux alentours de 1800

Alors que l'histoire des technologies modernes a encore aujourd'hui trop tendance à reposer sur la révolution industrielle, l'histoire de la médecine s'appuie toujours sur la naissance de la clinique dans les années qui suivent la Révolution française. De manière approximative, comme il est de rigueur pour de tels sujets, ces deux révolutions à la fois scientifiques, techniques et médicales s'inscrivent dans l'ère des révolutions (politiques), soit 1776-1848. Il en va de même pour les transformations qui – en Allemagne principalement – voient la philosophie s'élever au rang de discipline académique ainsi que pour les reconfigurations entraînant la séparation des (beaux-) arts d'avec les arts libéraux. Enfin, et de façon plus marquante encore, il en va de même pour ces changements dans le domaine des sciences que l'on qualifie parfois de seconde révolution scientifique[1]. Tandis que beaucoup d'historiens des sciences ont tendance à prendre cette révolution pour argent comptant, au moins concernant leur science de prédilection, peu d'entre eux ont essayé de porter attention aux liens entre les différentes révolutions disciplinaires ou aux caractéristiques générales de ces bouleversements révolutionnaires. Dans *Ways of Knowing*, j'ai tenté de caractériser ces transformations de

1. Par exemple Kuhn 1976.

manière à réunir les sciences avec les techniques et la médecine, et à lier celles-ci aux dynamiques politiques et économiques[1]. Dans le présent essai, j'entreprends de plus l'examen des relations que ces transformations entretiennent avec les changements contemporains d'autres champs de savoir, notamment la séparation des (beaux-) arts d'avec les arts libéraux.

Je conçois les sciences, les techniques et la médecine comme constituées d'un ensemble de « savoirs pratiques » variés, ayant chacun leur foyer et leur histoire propres. Plus simplement, les sciences, les techniques et la médecine traitent fondamentalement de significations, de genres, d'éléments (mathématiques et substantiels) et de synthèses (mathématiques et substantielles). Ces différents types de « savoirs pratiques » se combinent et s'accumulent dans le temps tout en changeant continuellement et sur tous les plans. Bien qu'il existe une certaine logique dans l'accumulation de ces savoirs – les derniers en date dépendent toujours des premiers, par exemple –, il n'y a rien d'automatique dans cette histoire. En effet, l'émergence de nouvelles pratiques, leur évolution ou les formes qu'elles prennent dépendent toujours des contextes dans lesquels elles s'inscrivent. Dans ce modèle, les « révolutions » peuvent être marquées par l'émergence de nouveaux savoirs pratiques (comme nous le verrons aux alentours de 1800) ou par des changements radicaux intervenant dans des savoirs pratiques plus anciens (comme avec l'avènement de la relativité et de la mécanique quantique au cours du siècle dernier).

Il semble que la caractéristique commune à tous les tournants affectant sciences, techniques et médecine autour de 1800 soit l'émergence et l'enracinement de nouvelles pratiques savantes que l'on pourrait qualifier de « pratiques analytiques substantielles ». Celles-ci se sont développées à partir de formes de pratiques plus anciennes, parmi lesquelles l'analyse mathématique, l'histoire naturelle et l'artisanat. Ainsi, bien que l'analyse mathématique soit apparue dès l'Antiquité, ce n'est qu'à la fin du XVIII^e^ siècle que devient courante l'analyse en termes d'éléments substantiels, comme les strates géologiques, les tissus corporels, la charge électrostatique ou l'action mécanique. Le modèle pour de nombreux cas est alors celui des éléments « pragmatiques » figurant dans la nouvelle réforme de la chimie entreprise par Lavoisier – éléments qui à l'époque restent encore à analyser.

Beaucoup de ces éléments substantiels sont nouveaux et chaque ensemble d'éléments peut constituer les prémices d'une nouvelle science ; ils participent au bouleversement de l'univers intellectuel. Ainsi, c'est seulement à partir des années 1830 que l'on voit apparaître (en anglais) le mot *Science* dans son acception contemporaine, une réification cruciale qui semble

1. Pickstone 2000, 2007 et 2011.

représenter la confédération des sciences nouvelles. Ce tournant est par la suite associé à l'émergence d'une démarcation nouvelle entre art et science et, du fait de leurs prétentions respectives à se poser comme fondements de l'« application », entre sciences appliquées (médecine comprise) et arts appliqués[1].

Une telle interprétation de la seconde révolution scientifique et des changements afférents en médecine et dans les techniques fait du terme « analytique » un qualificatif utile et économique pour désigner l'ensemble de ces reconfigurations. Pour apprécier ces innovations et transformations analytiques, notamment pour ce qui est de la périodisation du présent ouvrage, il faut toutefois saisir la situation d'avant 1800, comme celle de la fin du XIX^e^ siècle, et tenir compte de la phase de synthèse de la « seconde révolution industrielle » et de l'art moderne.

Commençons par esquisser la configuration des savoirs pratiques durant la première modernité, du XVI^e^ au XVIII^e^ siècle.

La triade des savoirs pratiques dans l'Europe de la première modernité

Si la « science » au singulier est une création du XIX^e^ siècle, quelle dénomination adopter pour des pratiques antérieures ? Le syntagme de « savoir naturel » est utilisé par certains des acteurs de l'époque qui entendent ainsi spécifier l'objet de leurs pratiques. Cependant, trois termes plus spécifiques et plus courants pour l'époque sont mieux à même de décrire les projets des acteurs eux-mêmes : la philosophie naturelle en tant que projet fondamental, assistée de ses deux potentielles rivales que sont l'histoire naturelle et les mathématiques mixtes – aussi appelées mathématiques naturelles par opposition aux mathématiques pures. La plupart des historiens semblent s'accorder sur le rôle central joué par cette triade, même s'ils n'osent le déclarer aussi clairement.

Ces trois termes rendent évidente la place des genres « naturels » dans la hiérarchie des savoirs au sens large. La philosophie naturelle, généralement subordonnée à la philosophie morale, relève alors de la philosophie, tout comme la théologie naturelle (lorsqu'elle est séparée de celle-ci) relève de la théologie. La philosophie s'occupe ordinairement de décrire les relations entre Dieu, ses créatures humaines et le reste de sa création, en faisant appel à des principes premiers, comme ceux de la philosophie aristotélicienne et plus tard de la philosophie de Descartes. Pour sa part,

1. Pickstone 2005.

l'histoire naturelle a pour tâche de « classer » le monde. Depuis la Renaissance, elle relève d'un éventail de « sciences de la mémoire » qui produisent des *historia* (études de cas), parmi lesquelles figurent les « histoires de l'expérimentation » de Bacon aux côtés de diverses formes de classification, dont les bibliographies[1].

Les mathématiques mixtes trouvent leur application d'abord dans l'astronomie planétaire, puis dans la mécanique, s'occupant à réduire les mouvements complexes à de simples relations mathématiques. L'astronomie est particulièrement utile à la mesure du temps mais aussi aux diseurs de bonne aventure et à l'art de l'astrologie tant médicale que paramédicale. Les autres arts, comme la chimie ou la peinture, possèdent chacun leur corps de savoirs caractéristiques – la science de l'art – qui, quand ils sont explicites, comprend généralement un ensemble d'études de cas doublé de données concernant ingrédients, processus et produits, une science de l'art souvent baignée d'aspects philosophiques et, parfois, de quelques notions mathématiques. Cette formule peut nous sembler familière puisqu'elle continue plus ou moins de marcher de nos jours : pensons par exemple aux sciences managériales avec leurs études de cas, leurs calculs et leurs philosophies du management.

Dans les hiérarchies formelles du savoir – et dans un monde fait d'ordres sociaux –, les études de cas, les taxinomies et les recettes sont mises au service de la philosophie comme le sont les mathématiques mixtes. Apothicaires et chirurgiens, et parfois astrologues, se voient subordonnés à la « médecine », le savoir des médecins. Les capacités à peindre des paysages et des fleurs ou à représenter des bâtiments à l'aide de calculs mathématiques sont subordonnées à l'appréciation de la théologie ou de la mythologie classique à travers lesquelles les peintures « historiques » transmettent d'importants messages. Mais quelques mathématiciens se mettent à défier les philosophes avec de plus en plus d'ardeur et certains médecins se détournent des savoirs philosophiques pour se porter vers les savoirs pratiques[2]. Progressivement, les disciplines subordonnées, en particulier les arts et les sciences soutenus par des mécènes séculiers ou entretenus par la consommation bourgeoise, gagnent leur autonomie. On voit alors se dessiner une révision partielle des pouvoirs, d'abord des cités-États d'Italie, puis par la suite durant l'âge d'or d'Amsterdam ainsi qu'à l'époque des Lumières anglaises et écossaises. Les paysages et les portraits fleurissent tandis que l'on demande aux médecins d'accroître leurs connaissances des plantes, des substances chimiques et

1. Blair 2010.
2. Park et Daston 2006.

de l'anatomie. Ces médecins ont pu parfois être formés dans les universités dites « modernes », à Leyde, Montpellier, Göttingen ou Édimbourg, où se développe une formation médicale élevant la chimie et la chirurgie au même rang que la philosophie médicale.

Si cette triade formée par la philosophie naturelle, l'*historia* et les mathématiques a été centrale durant la période 1500-1750, qu'en est-il des interactions entre la tradition mathématique et l'empirisme baconien du XVII^e^ siècle – interactions dont on a montré la centralité pour la « première révolution scientifique » et notamment pour l'optique de Newton[1] ? En termes de pratiques savantes, ce n'est probablement pas avant la fin du XVIII^e^ siècle que l'on peut repérer des interactions répétées entre traditions mathématiques et baconiennes, comparables au cas de l'optique de Newton. Peut-être devrions-nous considérer l'optique comme précurseur, bien que lointain, de plusieurs des nouvelles sciences physiques caractéristiques de la seconde révolution scientifique. Parmi celles-ci figurerait la quantification alors récente de plusieurs « éléments » tels que la charge électrostatique, la chaleur, le magnétisme et le courant électrique. En effet, certains philosophes naturels au tournant du XIX^e^ siècle ont justement perçu l'émergence de l'analyse mathématique substantielle comme une extension de la physique newtonienne, tandis que d'autres ont porté leur attention sur les relations entre ces nouveaux éléments physiques et ceux que la nouvelle chimie commence à mettre au jour[2].

Les révolutions analytiques

La chimie, ainsi que nous l'avons vu, a longtemps consisté en une combinaison d'artisanat, d'histoire naturelle et de philosophie naturelle faisant fond sur les quatre éléments antiques (terre, air, feu et eau) – ou sur d'autres ensembles d'éléments réputés modernes mais fonctionnant toujours sur le même principe. Plus particulièrement, la chimie des substances animales et végétales reposait encore majoritairement sur l'histoire naturelle. Cependant, au début du XVIII^e^ siècle, l'étude des sels devient systématique grâce aux règles pratiques relatives à l'affinité des acides et des bases. À la fin du siècle, cette perspective « compositionnelle » est étendue à l'étude de l'air, dès lors réinterprété comme un mélange de gaz particuliers plutôt que comme un élément unique sujet à modifications. Toutes

1. Schuster 1990, le travail de Pascal sur l'hydrostatique est un cas comparable ; voir Chalmers 2012.
2. Cohen 2007. Voir p. 723 concernant la distance qui sépare toujours la philosophie naturelle, l'histoire naturelle et les mathématiques au cours du XVIII^e^ siècle.

les substances sont alors susceptibles d'être analysées comme composées d'éléments à leur tour définis comme substances indécomposables. La chimie devient ainsi la science de la combinaison d'éléments chimiques en proportions mathématiques, et les substances décomposables peuvent être classifiées selon leur composition élémentaire[1]. D'autres sciences imitent cette stratégie – les tissus devenant les éléments du corps dans l'anatomie générale de Bichat par exemple. La chimie est alors érigée en modèle pour créer de nouvelles sciences, apportant une nouvelle compréhension des structures et des fonctions et charriant avec elle les ressources de nouvelles classifications analytiques.

Quelques exemples illustrent cette évolution. Grâce à l'étude des tissus de corps malades, on peut reconstruire une classification des maladies, auparavant fondée sur les symptômes. Des études extensives d'anatomie comparée permettent de repenser les classifications animales. L'étude précise de la formation des roches, et plus précisément des fossiles, ouvre la possibilité de caractériser les strates géologiques, genèse de cette nouvelle science de la stratigraphie[2]. En étudiant les pièces élémentaires des machines, on peut créer une anatomie comparative destinée aux ingénieurs. La plupart de ces principes – trouver les éléments, comparer les structures (parfois les fonctions) et de cette façon créer une nouvelle science permettant de réviser les classifications – s'appliquent encore à l'anatomie comparée des langues[3], à l'architecture ecclésiastique ou aux races d'hommes.

Les similitudes entre ces sciences nouvelles ont alors permis de les rassembler à la fois intellectuellement et politiquement. En même temps, des tentatives de classification des sciences et des réflexions sur la méthode scientifique ont participé à l'émergence d'une solidarité entre les nouvelles disciplines[4]. Y a aussi participé l'espoir d'unification de ces disciplines voisines par la découverte de nouveaux éléments fondamentaux. Cette ambition se réalise plus tard dans le siècle grâce à la découverte de l'équivalence entre chaleur et action mécanique, puis avec la découverte d'un nouvel élément fondamental, l'énergie[5]. Mais où et pourquoi ces nouvelles sciences analytiques furent-elles créées et développées ?

1. Chang 2011.
2. Rudwick 2005.
3. Karstens 2012, Amsterdamska 1987.
4. Yeo 1986 ; Laudan 1981, notamment les chapitres 2 et 11. En insistant sur l'émergence d'éléments substantiels, je rejoins la suggestion de Laudan selon laquelle le respect philosophique accordé par les scientifiques à la méthode hypothétique succède à l'introduction des entités hypothétiques à la fin du XVIII^e siècle.
5. Pickstone 2007.

Le contexte français

En France, et à Paris plus particulièrement, ce sont les musées qui sont les lieux clés des nouvelles sciences analytiques développées à partir de branches de l'histoire naturelle telles la zoologie, la botanique, la géologie ou la minéralogie. Après la Révolution, ces musées sont dotés de professeurs plutôt que de conservateurs : le nouveau personnel a ainsi le droit de décomposer et disséquer les spécimens à l'instar des docteurs des hôpitaux réformés de Paris. Dans tous ces lieux, comme dans les nouvelles écoles techniques du Paris postrévolutionnaire, les professeurs titulaires sont financés par l'État, nommés sur la base de leur excellence intellectuelle et donnent des cours structurés pour lesquels ils rédigent des manuels. Ces activités sont en grande partie nouvelles ; la Révolution avait détruit les anciennes formes institutionnelles et généré de nouveaux pouvoirs et de nouvelles dynamiques. Dans l'espace vacant laissé par une histoire naturelle « seulement descriptive », ou dans l'espace séparant l'empirisme baconien des mathématiques « générales », il est désormais possible de développer des principes substantiels permettant d'expliquer un ensemble donné de phénomènes. En effet, le lien entre taxinomie et anatomie comparative autorise des caractérisations et classifications d'allures profondément naturelles, voire prédictives. Aujourd'hui, les historiens des sciences qui étudient les pratiques expérimentales de laboratoire, en estimant que les musées n'ont guère fait plus que préserver et exposer, ont tendance à passer à côté de l'enthousiasme provoqué par ces sciences comparatives du XIX^e^ siècle. Celles-ci ont pourtant largement contribué à définir leur époque, notamment à travers les relations qu'elles entretenaient avec le changement politique en France[1].

Cependant, cette époque est aussi marquée par l'industrie, particulièrement en Grande-Bretagne, et par la culture, notamment en Allemagne la philosophie idéaliste, l'esthétique et les beaux-arts. Quelles relations industrie et culture entretiennent-elles avec l'analyse que nous avons esquissée au sujet des musées français et de la professionnalisation de l'enseignement ?

L'analyse dans la Grande-Bretagne industrielle

L'exemple français exerce beaucoup d'influence, tant en Grande-Bretagne qu'en Allemagne, grâce notamment à la circulation de textes

1. Pickstone 1994.

et de traductions ainsi qu'aux visites parisiennes d'étudiants ou d'experts après les guerres napoléoniennes. Des institutions scientifiques, techniques et médicales parisiennes sont alors imitées à Londres, par exemple par le Geological Survey et le musée géologique – avec la limitation toutefois due à la faiblesse de l'État britannique en comparaison avec son homologue français. L'importance du soutien accordé à la géologie reflète la popularité de ce domaine de recherche de plein air tout autant que les préoccupations nationales concernant l'industrie minière. Mais la majorité des inventions scientifiques britanniques sont tout de même étroitement liées à la prédominance de l'industrie – tant du fait du contexte que des contenus techniques.

Des sociétés scientifiques créées par des amateurs éclosent dans de nombreuses villes britanniques, alors qu'il n'en existait que quelques-unes avant les guerres révolutionnaires. Durant ces guerres, la Manchester Literary and Philosophical Society se dote d'un bâtiment nouveau pourvu d'un laboratoire permettant au professeur John Dalton (1766-1844) d'étudier les nouveaux éléments et de suggérer que ceux-ci sont composés d'atomes de masses déterminées.

En 1799 est fondée la Royal Institution de Londres dans le cadre d'un programme visant à améliorer les conditions de vie des pauvres. Toutefois, elle se transforme rapidement en lieu de conférences mondaines. Dans son laboratoire, Humphry Davy (1778-1829) découvre de nouveaux éléments et, plus tard, son élève Michael Faraday (1791-1867) met au jour les relations existant entre le courant électrique et les réactions chimiques. Aucun de ces héros de l'« analyse » britannique n'a de lien avec le monde universitaire, n'y ayant jamais étudié ni travaillé. Après les guerres de la Révolution, la société civile renaît de ses cendres avec une nouvelle génération d'institutions parmi lesquelles de nombreuses sociétés spécialistes et de non moins nombreux musées – instruments d'un divertissement rationnel mêlant religion et politique, mais restant toujours détaché des sectes et des partis. La majorité de ces nouvelles institutions participent aux programmes d'éducation des travailleurs en ces temps d'instabilité économique et politique. Toutes les classes sociales sont ainsi éclairées sur les lois de la nature et leurs liens avec l'économie politique ; groupes religieux et sceptiques se voient rappeler que la Terre est le fait du Seigneur, conçue au bénéfice de l'homme – notamment pour la prospérité de la Grande-Bretagne.

Ces sociétés, qu'elles soient locales ou nationales, comme les institutions étatiques et les publications associées, œuvrent pour la promotion d'une culture de la collecte et de l'inventaire au bénéfice de l'industrie et de l'agriculture. Et, comme nous venons de le remarquer, elles permettent également

aux chercheurs professionnels (même s'ils ne sont pas diplômés) d'analyser les éléments physiques et chimiques et d'étudier leurs interrelations[1].

Parmi les nouvelles sciences humaines, la phrénologie a ainsi pu prospérer dans la société civile en expliquant aux classes moyennes et aux travailleurs autodidactes les rapports entre le caractère d'une personne et son anatomie. Fondée comme science analytique dans les universités écossaises, l'économie politique devient aussi sujet de débats publics à propos du progrès agricole, de la croissance démographique, de la mécanisation et de la santé urbaine. L'enseignement supérieur dédié aux forces armées ou à la Compagnie britannique des Indes orientales, ainsi que l'University College de Londres créé dans les années 1820, comptent dans leur corps enseignant nombre d'adeptes de l'économie politique et de l'ingénierie.

Les représentants des sciences analytiques aiment alors présenter les nouvelles technologies comme des produits de leurs sciences – un trope encore fort présent aujourd'hui. Certains commentateurs du XIX^e^ siècle, ainsi que les meilleurs historiens des techniques, savent toutefois qu'une part importante de l'industrialisation repose surtout sur l'articulation de savoirs artisanaux et de relations techniques tabulées – comme la puissance des moteurs – plutôt que sur la stricte application des sciences[2]. De telles articulations contribuent de plus au développement des sciences, ainsi que l'a montré l'historien des sciences Donald Cardwell au sujet des doctrines sur l'énergie durant la révolution industrielle[3]. Ainsi peut-être ferions-nous mieux de prêter attention aux travaux analytiques dans les domaines scientifiques et techniques, et aux relations qu'ils entretiennent entre eux.

Une analyse romantique ?

En Allemagne, ce sont les universités – plutôt que les grands musées d'État, les établissements de formation professionnelle ou la société civile – qui sont le foyer de toutes ces sciences, anciennes comme nouvelles. En effet, au contraire de l'exemple français dont les écoles professionnelles favorisent la création de nouvelles disciplines, celles-ci s'y développent dans les universités dotées d'une nouvelle éthique. Le personnel académique y est censé faire progresser le savoir par la recherche, tandis que

1. Edgerton et Pickstone [à paraître].
2. Wegenroth 2003.
3. Cardwell 1989.

les étudiants doivent se réaliser dans la connaissance, par l'autoformation ou la *Bildung* – et plus seulement comme les apprentis d'une profession. Ce nouveau modèle d'université est inventé après la victoire française à Iéna et la dissolution du Saint Empire romain germanique. En Prusse, plus particulièrement, l'État se modernise rapidement sur la base de nouvelles institutions – parmi lesquelles les universités et collèges techniques – et d'un nouveau système de qualification professionnelle au moyen d'examens. Plus généralement, les États allemands louent les valeurs des Lumières pour lier entre elles ces institutions et leur donner une vocation universalisante : la Culture, sous la bannière de la philosophie de Kant et Hegel et de la littérature de Goethe et Schiller.

La plus connue de ces nouvelles universités est fondée à Berlin par Wilhelm von Humboldt vers 1810 et, bien que les conditions politiques évoluent rapidement, ce nouveau régime de production intellectuelle se montre durable et puissant. En liant *Bildung* et recherche, chaque université produit des centaines de chercheurs par an. Les historiens de l'Université allemande s'accordent pour constater que les disciplines comme la chimie, l'anatomie-physiologie, la zoologie, la botanique, l'histoire et la philologie sont conçues pour être autonomes, dissociées de la formation professionnelle[1].

Cependant, si l'on veut comprendre les particularités des disciplines allemandes, notamment l'émergence d'une relation moderne entre les nouvelles sciences et les (beaux-) arts, nous devons aussi porter notre attention sur le rôle formateur de la nouvelle philosophie – la révolution kantienne, l'idéalisme et le romantisme. Dans le modèle de savoirs pratiques que je propose, trois points sont cruciaux. Premièrement, l'émergence d'un nouveau type d'analyse reposant, non plus sur la réduction en éléments fondamentaux, mais sur la découverte des formes primaires des structures complexes – une méthode cruciale pour diverses branches de la biologie autant que pour de nombreux styles d'études historiques[2]. Deuxièmement, l'exploration de ce que l'on appelle la « subjectivité », et la possibilité de la psychologie introspective analytique – doublée des extensions de la psychologie expérimentale. Celle-ci va de pair avec une nouvelle méthode d'analyse des textes (et parfois des pratiques) – une méthode qu'on appellera *Verstehen* et développée dans le but de distinguer les *Geisteswissenschaften* des *Naturwissenschaften*[3]. Troisièmement, le renforcement d'une nouvelle conception des beaux-arts, non plus

1. Olesko [à paraître], Turner 1987.
2. Cunningham et Jardine 1990, Richards 2002.
3. Smith 1997.

considérés comme une *technè* de représentation objective et généralisée appuyée sur un ensemble de règles classiques, mais comme le fruit de l'inspiration à travers laquelle les artistes enregistrent leurs réponses individuelles et subjectives à des singularités[1]. Cette conception des arts vient ainsi compléter une nouvelle conception de la science comme fédération de disciplines analytiques et par conséquent comme savoir objectif. Ces trois innovations allemandes sont intimement liées : un intérêt pénétrant pour les « façons de voir » noue l'art romantique avec les sciences naturelles allemandes et les nouvelles pratiques des humanités.

Cette nouvelle importance accordée aux « façons de voir » est accompagnée d'un affermissement de la conscience de soi et de l'autopromotion des scientifiques (un nouveau mot pour un nouveau rôle) autant que des artistes (une classe alors récemment délimitée). En même temps que ces ascensions conjointes s'opère la sujétion de l'histoire naturelle en tant que fin en soi, ainsi que des arts anciens. Certaines pratiques, censées manquer de prestige et d'intérêt intellectuel, et parfois classées comme de simples applications des beaux-arts, sont ainsi subordonnées à ces derniers. D'autres furent sapées par la division analytique du travail, la mécanisation ou la présomption que le savoir qu'elles produisent n'est rien de plus que l'application de principes généraux connus des scientifiques. Les nouveaux savoirs formels acquièrent donc la réputation de régir les pratiques.

Ce récit tend cependant à passer sous silence d'anciennes traditions historiographiques, occultant ainsi des tensions essentielles. Les théories de ces « nouveaux » artistes et scientifiques font l'objet de controverses, y compris en interne. Naturalistes et artisans, médecins, ingénieurs, architectes, critiques d'art, réformateurs sociaux et enseignants continuent en effet à baser leurs savoirs sur les pratiques et des études de cas, comme aujourd'hui. Les historiens ont donc besoin de meilleurs outils pour conter cette histoire ; et peut-être faudrait-il porter attention à la complexité de l'accumulation des savoirs pratiques ainsi qu'à la succession des idéologies en place.

L'affermissement de la fin du XIX^e^ siècle

J'ai dédié la majeure partie de cet essai aux transformations du début du XIX^e^ siècle, à l'ère des révolutions. Tournons-nous maintenant brièvement

1. Shiner 2001, Abrams 1953.

vers la période s'étalant de 1848 à 1914, qui est pour Eric Hobsbawm l'ère du capital, puis l'ère des empires[1]. Hobsbawm y fait surtout référence à la croissance des capitaux impériaux et industriels de nombreux pays, mais le lien avec les sciences, les technologies et la médecine est direct. Les historiens des sciences ne sont généralement pas très portés sur l'économie, mais, si l'on s'intéresse aux institutions scientifiques en Allemagne, France, Grande-Bretagne et aux États-Unis, on voit la masse des investissements immobiliers des années 1870-1914 dans les musées et laboratoires – auxquels on peut ajouter les collèges techniques, laboratoires industriels et institutions de science coloniale. D'une manière ou d'une autre, durant cette période, il existe alors des liens directs et nombreux entre développement industriel et développement scientifique[2].

En Allemagne, surtout dans l'Empire d'après 1870, l'industrialisation et l'enseignement supérieur sont affaire de politique publique. À cette époque, les traditions idéaliste et romantique s'étant déjà estompées, l'idéologie sous-tendant la majeure partie de la science allemande s'aligne sur les autres nations – quoiqu'elle s'y développe bien mieux grâce aux pratiques collectives de recherche. Les universités entreprennent la construction d'une nouvelle génération de laboratoires, tandis que les lycées techniques s'élargissent substantiellement. À la fin du siècle apparaissent de nouveaux centres de recherche financés par la Kaiser-Wilhelm Gesellschaft, par l'État et par les industriels qui ont déjà conscience de la valeur des laboratoires pour leurs fabrications. Les professions scientifiques, notablement la médecine et l'ingénierie, profitent aussi de cette expansion, capitalisant sur le statut et l'exclusivité qu'accorde une éducation longue et coûteuse.

De même se développent les sciences humaines et sociales, comme la philologie, l'histoire, l'archéologie ou la psychologie, domaines qui – bien que les sciences naturelles dominent le paysage durant cette ère scientifique – peuvent se targuer d'être analytiques autant que descriptifs. La psychologie, notamment, semble un moment menacer les humanités et la philosophie en proposant une science de l'esprit approchant expérimentalement l'esthétique, transportant dans les laboratoires l'étude des sensations et s'attelant à déterminer, par exemple, ce qui rend certains tableaux attrayants. En réaction, les historiens et les philosophes allemands s'appliquent à mettre en lumière les différences entre les sciences de la nature et ce qu'ils baptisent sciences de l'esprit, les *Geisteswissenschaften*,

1. Hobsbawm 1977 [1975] et 1989 [1987].
2. Pour des comparaisons instructives et toujours d'actualité entre la France, l'Allemagne et la Grande-Bretagne, voir Merz 1896 (vol. 1).

déjà évoquées. Au cœur de cette opposition gît alors l'habileté des historiens à comprendre les textes, moins par simple « empathie » que grâce à une connaissance étendue des textes et contextes.

À travers l'Europe, nombre de scientifiques et d'intellectuels tournent alors leurs regards vers l'Allemagne. Souvent formés par des enseignants allemands – ou à tout le moins familiers avec l'Allemagne –, beaucoup de ces intellectuels s'y rendent en visite, tandis que certains germanophones se mettent à traduire vers l'anglais ou le français pour compléter leurs revenus. Des chercheurs versés dans l'entreprenariat et pourvus d'une expérience scientifique suffisante s'associent à des industriels pour fonder, pourvoir en personnel et développer des établissements d'enseignement. Cela constitue le principal modèle de développement en Grande-Bretagne et aux États-Unis, qui inclut les historiens, ravis d'apparaître comme des scientifiques au même titre que leurs collègues de laboratoire. Dès la seconde moitié du XIX^e^ siècle, et principalement en Angleterre où l'intervention de l'État est alors réduite au minimum, les professionnels bénéficient de la croissance des villes industrielles grâce à l'expansion de gouvernements locaux. Les villes industrielles et portuaires ont aussi des ambitions culturelles tournées vers les galeries d'art et les orchestres, ou de nouveaux collèges, plus particulièrement lorsque ces initiatives sont liées à l'utilité et au progrès de la connaissance. Dans certains pays catholiques, principalement sous l'influence de doctrines positivistes, la science est perçue comme anticléricale. En Grande-Bretagne et aux États-Unis, le conflit est plus ambigu, mais la majorité des défenseurs des sciences, à l'image de Thomas Henry Huxley, sont d'orientation politique libérale et présentent le travail de laboratoire comme donnant la priorité aux expériences plutôt qu'à l'autorité traditionnelle.

Ces prises de position en faveur des sciences, technologies et médecine se font de plus en plus pressantes à partir de 1870, alors que l'Allemagne augmente ses investissements, que la France tente d'effacer sa défaite en développant des universités en province et que la Grande-Bretagne prend conscience du défi grandissant que l'Allemagne représente pour son hégémonie industrielle et impériale, conscience qui tourne à la nervosité face à la menace que constitue la force croissante de l'armée allemande. Une atmosphère de concurrence s'instaure entre les grandes puissances européennes qui commencent à investir massivement dans l'assistance sociale et la formation, au grand contentement des professions scientifiques, en particulier celles liées aux projets impériaux.

Les États-Unis, qui ne sont encore qu'un acteur mineur au début du XIX^e^ siècle, s'industrialisent en parallèle à l'Allemagne et importent le modèle universitaire allemand tout en y introduisant quelques modifications. Dans

cette nation en pleine convalescence après les déchirements de la guerre de Sécession, l'idéal du professionnalisme devient même un moteur d'intégration, permettant d'accueillir un nombre croissant d'immigrants non anglophones, et contribuant à dépasser les traditions comme les affiliations politiques et religieuses. Pour toute sphère d'activité, qu'il s'agisse de plombiers, bibliothécaires, chirurgiens ou philologues, on peut désormais se reposer sur des experts formés à l'université et aux principes scientifiques de leurs disciplines[1].

Il y a ici une résonance avec ma présentation de la France postrévolutionnaire, avec ce que j'ai appelé les principes de la pratique qui régissent les sciences naturelles et sociales mais aussi celles, comme l'ingénierie, qui reposent sur des relations pragmatiques. En effet, en termes de savoirs pratiques, il s'agit d'analyses et de rationalisations fondées sur une large connaissance des matériaux naturels et des produits technologiques. On peut également déceler l'influence de l'analyse dans ce que nous appelons depuis lors l'art moderne, en particulier en France où, à partir des années 1870, les artistes d'avant-garde se saisissent des objets urbains, domestiques, ou des jardins comme moyens d'exploration et d'expression des couleurs, du rythme ou de la structure des surfaces – chez Cézanne par exemple. Ces mouvements picturaux, de l'impressionnisme au cubisme analytique, sont liés à diverses formes spécifiques d'analyse physiologique ou géométrique. Une connexion plus profonde entre science et art est cependant possible, qui se révèle lorsqu'on les aborde, l'une et l'autre, non comme des entités réifiées mais à travers les méthodes analytiques qu'ils mobilisent.

Dans ce monde toujours plus industriel apparaît aussi, autour des années 1870, un nouveau genre de science faisant fond sur l'analyse pour produire des synthèses de substance. J'aborderai ce sujet pour marquer le contraste avec ce qui précède et esquisser quelques perspectives. Notons cependant qu'avant 1914 la synthèse n'en est encore qu'à ses balbutiements.

Synthèse et modernisme

De même que la chimie est la discipline clé de l'analyse substantielle, la chimie synthétique constitue le modèle d'une nouvelle forme de science. À partir des années 1870, en lien avec l'industrie allemande de la teinture (ce qui est vrai aussi de l'élite académique parisienne), les

1. Ben-David 1971, pour des comparaisons incluant les États-Unis.

chimistes commencent à considérer leur travail comme la synthétisation de substances sur la base de connaissances analytiques. La chimie acquiert alors les moyens de créer des composés qui n'existent pas dans la nature. À Paris, Claude Berthollet (1748-1822) se voit accomplir pour la synthèse le même travail que Lavoisier avait réalisé pour l'analyse chimique.

Cette nouvelle conception de la chimie entretient des liens étroits avec ce que les historiens des techniques appellent aujourd'hui la « seconde révolution scientifique » censée s'organiser autour de la chimie fine et de la technologie électrique. Centrées sur l'Allemagne et les États-Unis – plutôt que la Grande-Bretagne qui avait pourtant contribué de manière cruciale à leur émergence –, les industries chimique et électrique dépendent fortement de la recherche scientifique. Tandis que l'on peut douter que l'électrotechnique soit vraiment fondée sur la science – la tradition de l'invention ayant pendant assez longtemps existé aux côtés des études universitaires –, on peut affirmer que, en chimie, les métiers traditionnels des teintures naturelles sont largement supplantés par la production de teintures synthétiques dans les laboratoires universitaires et, plus tardivement, dans les laboratoires industriels pourvus de chimistes universitaires spécialisés. De nouvelles lois sur les brevets et la découverte des colorants azoïques favorisent et encouragent alors la synthèse systématique de nombreuses teintures à partir d'un nombre restreint d'unités de base. Ce système de production donne un net avantage à la grande industrie et, dès avant 1900, l'Allemagne contrôle une part majoritaire du marché mondial des colorants chimiques.

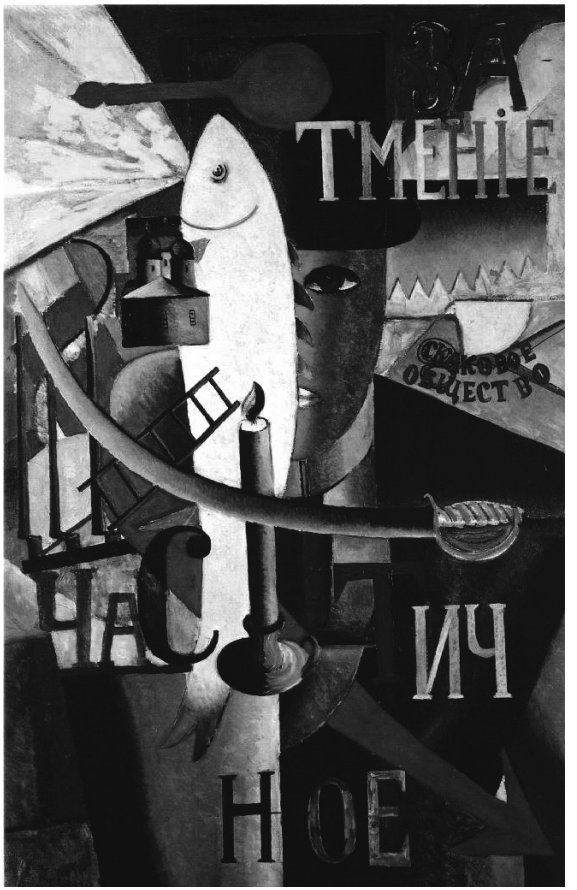
Cette même approche synthétique est évidente en ce qui concerne l'invention de nouveaux systèmes électriques, particulièrement durant les années 1870-1880 dans les usines d'Edison. D'une certaine façon, de telles synthèses font écho aux formes d'invention mécanique rendues possibles par la fabrication de pièces interchangeables et l'avènement de l'ingénierie de précision. Certaines formes d'architecture sont aussi pensées de manière synthétique, notamment les bâtiments préfabriqués et parfois les édifices temporaires qui abritent les Expositions internationales selon le modèle du Crystal Palace à Londres en 1851. Dans une perspective plus large, nous pouvons remarquer que ce modèle se répétera tout au long du XX^{e} siècle. En électronique d'abord, puis avec les ordinateurs numériques promettant d'infinies capacités de calcul grâce à la connexion de simples commutateurs binaires. De même, les succès analytiques de la biologie moléculaire ont permis le remplacement ciblé de gènes, voire la synthèse d'organismes primitifs artificiels. La dialectique de l'analyse et de la synthèse, d'abord observée en chimie aux alentours de

1870, est devenue la norme dans de nombreux champs d'étude contemporains – non seulement comme une extension de l'industrie mais comme une partie intégrante de la recherche[1].

Il faut cependant remarquer que les résultats de la recherche sur l'électricité et l'analyse de ses effets sur les gaz ont favorisé, au tournant des XIX^e^ et XX^e^ siècles, la découverte des rayons X, du radium, et l'analyse des structures atomiques et nucléaires. Ces analyses ont à leur tour contribué à révolutionner notre compréhension du temps, de l'espace et de l'énergie, qui à son tour a sapé la crédibilité de la physique newtonienne au cœur même de la physique moderne. Ces glissements conceptuels ont fortement contribué à la large acceptation de l'idée selon laquelle la science n'est qu'hypothétique et faillible. Dès lors, cela interdit à la science nouvelle de prétendre accéder à la vérité au moyen d'inductions supposées irréfutables[2].

Il est de notoriété publique que les artistes avant-gardistes ont été très stimulés par les rayons X et par Albert Einstein – sans nécessairement comprendre la physique einsteinienne mais en saisissant que les cadres d'intelligibilité sont à relativiser. Pour conclure, j'aimerais ajouter un point à propos de l'extraordinaire productivité des arts, principalement des arts visuels, juste avant la Première Guerre mondiale. De même que pour les sciences, nous pouvons avancer l'hypothèse que les artistes ont été amenés à dépasser le cadre de l'analyse pour atteindre la synthèse. Quand Picasso et Braque poussent le cubisme analytique jusqu'à ses limites, ils changent de style pour adopter le collage – un jeu d'enfants certes, mais néanmoins une technique révolutionnaire pour construire des images. Kandinsky, pionnier des travaux abstraits, est allé encore plus loin en utilisant de simples lignes et couleurs, conduisant des expériences pour leur trouver une valeur esthétique qu'il utilise ensuite dans ses peintures. Futuristes et constructivistes s'inspirent explicitement des synthèses technologiques, et Malevitch cherche à exprimer les valeurs esthétiques de ces constructions technologiques dans des synthèses pensées pour être inutiles mais éternellement esthétiques. Dans nombre de ces formes d'art synthétiques, y compris dans la littérature moderne, on trouve des références à l'existence de supposés éléments psychologiques ou métaphysiques ainsi qu'à la synesthésie et à la musique comme modèles abstraits de composition. Si la majeure partie de ce que les historiens de la culture qualifient d'art moderne se prête à une telle caractérisation, alors on gagnerait à mobiliser notre conception de la relation analytique-synthétique dans les champs

1. Pickstone 2007.
2. Laudan 1981 (chap. 11).



Kasimir Malevitch, *Un Anglais à Moscou*, 1914.

scientifique et technique pour développer une approche plus générale des rapports entre art et science[1].

Nous terminerons en soulignant que l'analyse est pour nous la caractéristique commune aux sciences, aux technologies, à la médecine, comme à l'art, au cours du XIX^e^ siècle – la synthèse s'y ajoutant peu avant 1914. Nous devons toutefois ne jamais oublier que l'histoire des savoirs pratiques n'est pas l'histoire d'une simple succession de ceux-ci mais bien plutôt l'histoire de tensions et de cumulations contestées. En effet, peu de pratiques disparaissent complètement au cours du temps, et les techniques effectivement

1. Brain 2015. Pour des exemples et des images, voir Dickerman 2012.

mises en œuvre engagent toujours bien plus que ne le laissent entendre les prétentions analytiques. Les configurations des savoirs pratiques ont toujours été et sont encore à la fois complexes et contextuellement déterminées. Si cette analyse est pertinente pour les sciences naturelles et pour les techniques, alors elle l'est *a fortiori* pour les savoirs et pratiques que nous qualifions plus volontiers de sociaux et culturels.

REMERCIEMENTS : Je remercie mon collègue Jon Howard pour sa précieuse relecture critique.

Traduit par Simon Dumas Primbault

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ABRAMS Meyer Howard, 1953, *The Mirror and the Lamp : Romantic Theory and the Critical Tradition*, Oxford, Oxford University Press.

AMSTERDAMSKA Olga, 1987, *Schools of Thought : The Development of Linguistics from Bopp to Saussure*, Dordrecht, D. Reidel.

BEN-DAVID Joseph, 1971, *The Scientist's Role in Society*, Englewood Cliffs (NJ), Prentice Hall.

BLAIR Ann, 2010, *Too Much to Know : Managing Scholarly Information before the Modern Age*, New Haven (CT), Yale University Press.

BRAIN Robert, 2015, *The Pulse of Modernism : Physiological Aesthetics in Fin-de-Siècle Europe*, Seattle (WA), University of Washington Press.

BUTTERFIELD Herbert, 1937, *The Origins of Modern Science (1300-1800)*, Londres, Macmillan.

CARDWELL Donald S.L., 1989, *James Joule : A Biography*, Manchester, Manchester University Press.

– 1994, *The Fontana History of Technology*, Londres, Harper Collins.

CHALMERS Alan, 2012, « Intermediate Causes and Explanations : The Key to Understanding the Scientific Revolution », *Studies in the History and Philosophy of Science, Part A*, vol. 43, nº 4, p. 551-562.

CHANG Hasok, 2011, « Compositionism as a Dominant Way of Knowing in Modern Chemistry », *in* John PICKSTONE (dir.), « Natural Histories, Analysis and Experimentation : Dissecting the Working Knowledges of Chemistry, Medicine and Biology since 1750 », numéro spécial de *History of Science*, vol. 49, nº 3, p. 247-268.

COHEN Floris, 2007, *How Modern Science Came into the World*, Amsterdam, Amsterdam University Press.

CUNNINGHAM Andrew et JARDINE Nicholas (dir.), 1990, *Romanticism and the Sciences*, Cambridge, Cambridge University Press.

DASTON Lorraine et GALISON Peter, 2007, *Objectivity*, New York, Zone Books.

DASTON Lorraine et LUNBECK Elizabeth (dir.), 2011, *Histories of Scientific Observations*, Chicago (IL), University of Chicago Press.

DICKERMAN Leah (dir.), 2012, *Inventing Abstraction (1910-1925) : How a Radical Idea Changed Modern Art*, New York, Thames & Hudson et MOMA.

EDGERTON David, 1999, « From Innovation to Use : Ten Eclectic Theses on the Historiography of Technology », *History and Technology*, vol. 16, nº 2, p. 111-136.

Edgerton David et Pickstone John V., [à paraître], « Science, Technology and Medicine in the United Kingdom (1750-2000) », in *The Cambridge History of Science*, t. 8 : Ron Numbers (dir.), *Modern Science in National and International Context*, Cambridge, Cambridge University Press.

Goldman Lawrence, 2005, « Victorian Social Science : From Singular to Plural », *in* Martin Daunton (dir.), *The Organisation of Knowledge in Victorian England*, Oxford, Oxford University Press for the British Academy, p. 87-114.

Hobsbawm Eric, 1977 [1975], *L'Ère du capital (1848-1875)*, Paris, Fayard.

– 1989 [1987], *L'Ère des empires (1875-1914)*, Paris, Fayard.

Karstens Bart, 2012, « Bopp the Builder. Discipline Formation and Hybridisation : The Case of Comparative Linguistics », *in* Rens Bod, Jaap Maat et Thijs Wetsteijn (dir.), *The Making of the Humanities*, t. 2 : *From Early Modern to Modern Disciplines*, Amsterdam, Amsterdam University Press, p. 103-130.

Kuhn Thomas S., 1976, « Mathematical vs. Experimental Traditions in the Development of Physical Science », *The Journal of Interdisciplinary History*, vol. 7, nº 1, p. 1-31.

Laudan Larry, 1981, *Science and Hypothesis : Historical Essays on Scientific Methodology*, Dordrecht, D. Reidel.

Merz John Theodore, 1896-1912, *A History of European Thought in the Nineteenth Century*, Édimbourg, William Blackwood & Sons, 4 vol., notamment les vol. 1 et 2 sur la pensée scientifique.

Olesko Kathryn M., [à paraître], « Science in Germanic Europe », in *The Cambridge History of Science*, t. 8 : Ron Numbers (dir.), *Modern Science in National and International Context*, Cambridge, Cambridge University Press.

Park Katharine et Daston Lorraine (dir.), 2006, *The Cambridge History of Science*, t. 3 : *Early Modern Science*, New York, Cambridge University Press.

Pickstone John V., 1994, « Museological Science ? The Place of the Analytical / Comparative in Nineteenth-Century Science, Technology and Medicine », *History of Science*, vol. 32, p. 111-138.

– 2000, *Ways of Knowing : A New History of Science, Technology and Medicine*, Manchester, University of Manchester Press.

– 2005, « Science in Nineteenth-Century England : Plural Configurations and Singular Politics », *in* Martin Daunton (dir.), *The Organisation of Knowledge in Victorian England*, Londres, Oxford University Press for the British Academy, p. 61-86.

– 2007, « Working Knowledges before and after circa 1800 », *Isis*, vol. 98, nº 3, p. 489-516.

– (dir.), 2011, « Natural Histories, Analysis and Experimentation : Dissecting the Working Knowledges of Chemistry, Medicine and Biology since 1750 », numéro spécial de *History of Science*, vol. 49, nº 3, p. 349-374.

Richards Robert J., 2002, *The Romantic Conception of Life : Science and Philosophy in the Age of Goethe*, Chicago (IL), University of Chicago Press.

Rudwick Martin J.S., 2005, *Bursting the Limits of Time : The Reconstruction of Geology and the Age of Revolution*, Chicago (IL), University of Chicago Press.

Schuster John A., 1990, « The Scientific Revolution », *in* Robert C. Olby *et al.* (dir.), *Companion to the History of Modern Science*, Londres, Routledge, p. 217-242.

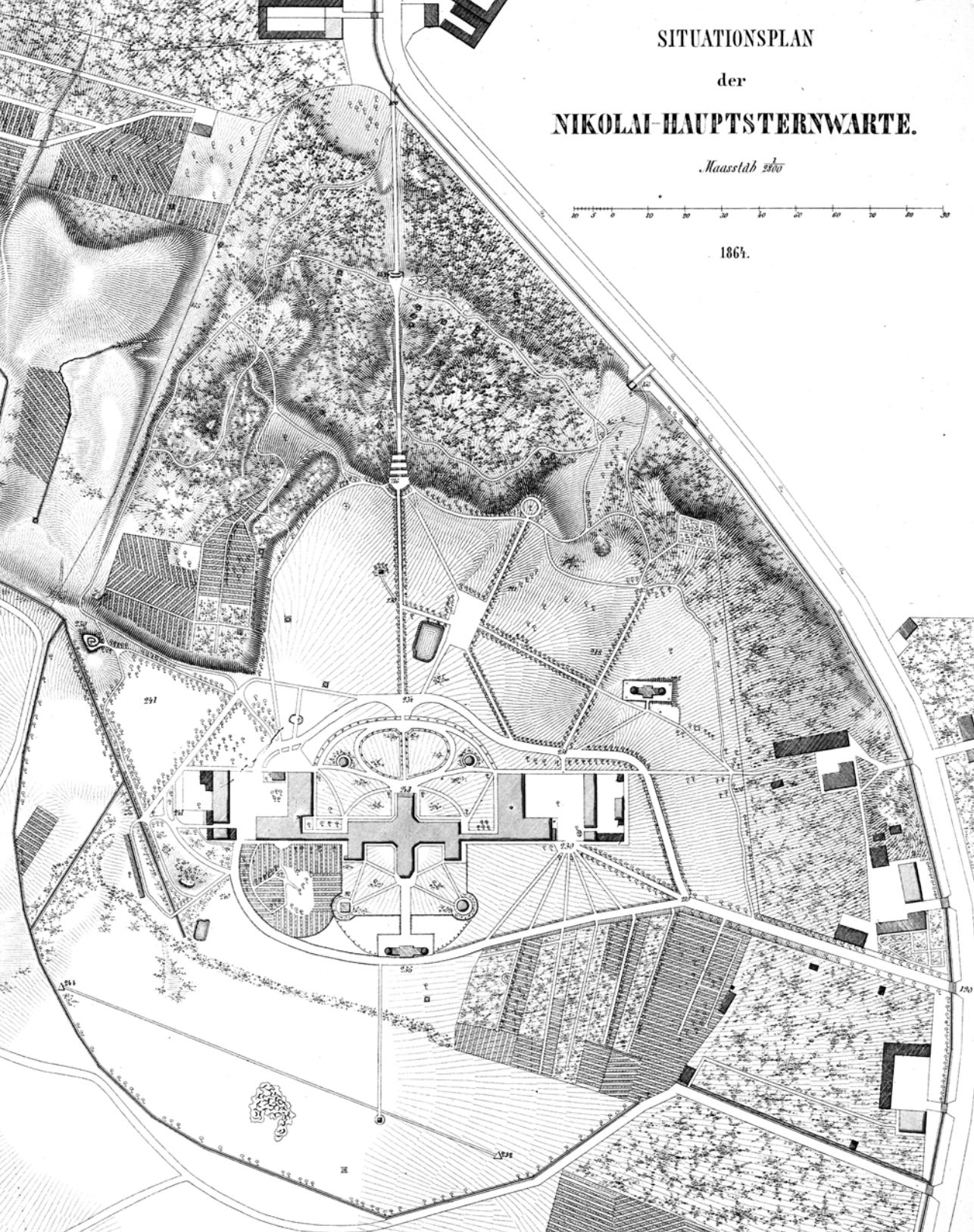
Shiner Larry, 2001, *The Invention of Art : A Cultural History*, Chicago (IL), University of Chicago Press.

Smith Roger, 1997, *The Fontana History of the Human Sciences*, Londres, HarperCollins.

Turner R. Steven, 1987, « The Great Transition and Social Patterns in German Science », *Minerva*, vol. 25, nos 1-2, p. 56-76.

WEGENROTH Ulrich, 2003, « Science, Technology and Industry », *in* David CAHAN (dir.), *From Natural Philosophy to the Sciences*, Chicago (IL), University of Chicago Press, p. 221-253.

YEO Richard R., 1986, « Scientific Method and the Rhetoric of Science in Britain (1830-1917) », *in* John A. SCHUSTER et Richard R. YEO, *The Politics and Rhetoric of Scientific Method : Historical Studies*, Dordrecht, D. Reidel, p. 259-297.


SITUATIONSPLAN
der
NIKOLAI-HAUPTSTERNWARTE.
Maassstäb 1/2000
10 5 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90
1864.

2 L'observatoire. Régimes de spatialité et délocalisation du savoir

DAVID AUBIN

Dans les années 1880, on s'interroge sur l'opportunité d'établir des observatoires en haute montagne. Au-dessus des basses couches de l'atmosphère troublées par la pollution, loin de l'agitation incessante des grands centres urbains qui fait vibrer les télescopes, l'astronomie – tout comme la météorologie, son alliée depuis au moins trente ans – gagnerait à placer ses observatoires. Là-haut, l'espace céleste s'offrirait presque pur à ses lunettes de plus en plus puissantes. Voilà ce que pense l'Américain Edward Charles Pickering (1846-1919). L'astronome de Harvard est alors célèbre pour ses études sur le spectre des étoiles doubles. Lui-même alpiniste, cofondateur de l'Appalachian Mountain Club en 1876, Pickering perçoit bien l'intérêt que l'astronomie trouverait à placer ses lieux d'observation en altitude[1]. Pourtant, note-t-il avec une pointe de dépit, « il arrive presque toujours que ce soient des raisons politiques ou personnelles qui déterminent l'endroit où un grand télescope sera érigé, indépendamment des meilleures conditions climatiques[2] ».

Au XIXe siècle, les conceptions de l'espace scientifique se modifient en profondeur. Dans son plaidoyer, Pickering témoigne de la réflexion qui guide maintenant le choix des sites consacrés aux sciences. Depuis quelques décennies, des lieux spécifiquement conçus pour la pratique scientifique – de grands laboratoires construits à grands frais comme le célèbre « Cavendish » à Cambridge en 1874 – se multiplient dans les villes du monde occidental et commencent à essaimer ailleurs : à la campagne, en montagne, dans les colonies… L'architecture de ces espaces entièrement

1. Bigg, Aubin et Felsch 2009.
2. Pickering 1883 (p. 288).

◀ Connaissance des lieux et maîtrise de l'espace. Plan de l'observatoire impérial de Russie et de ses dépendances, établi en 1842 à Pulkovo.

consacrés à la poursuite d'objectifs scientifiques est avant tout fonctionnelle et pensée à l'aune du travail qu'on y fera. Même sur le terrain, les travailleurs de la science ne décident plus au petit bonheur la chance de l'emplacement de leurs investigations et essaient autant que possible de contrôler leur environnement. De façon concomitante, c'est la nature de l'espace lui-même, tel qu'il est appréhendé par les savants dont c'est l'objet d'étude (mathématiciens, physiciens, géodésiens, géographes, et même philosophes) qui subit des évolutions profondes.

À la croisée de ces mutations se trouvent l'observatoire et ses savants. La nouvelle métrologie établie pendant la période révolutionnaire s'appuie, pour la définition du mètre, sur les pratiques géodésiques des Cassini, de l'Observatoire de Paris[1]. Le directeur de l'observatoire de Göttingen, Carl Friedrich Gauss (1777-1855), puis celui de l'observatoire de Kazan en Russie, Nikolaï Ivanovitch Lobatchevski (1792-1856), mobilisent leurs travaux d'astronomie et de géodésie quand ils révolutionnent l'espace des mathématiciens, qu'on appellera bientôt les « géométries non euclidiennes ». C'est donc au sujet d'observatoires – des institutions séculaires et pérennes en Europe depuis la fin du XVII^e^ siècle, des lieux bien identifiés d'expertise technique, maintenant garants des étalons de mesure comme ils l'étaient depuis longtemps des référentiels de temps et d'espace[2] – que se nouent d'importants enjeux à propos de la place des sciences dans les sociétés industrielles. S'ils sont parmi les rares espaces entièrement dédiés à la science au début du XIX^e^ siècle, ces anciens monuments se montrent de plus en plus incapables de remplir l'ensemble des tâches d'expertise scientifique et technique qu'on attend d'eux. C'est pourquoi on se préoccupe constamment de restructurer, de déplacer, de repenser l'observatoire tout au long de cette période, de le spécialiser aussi, et, enfin, de le quitter pour investir d'autres lieux.

Lieux de science et régimes de spatialité

> J'ai vu le passage de Vénus, Monsieur, & je suis assés content de mes observation [*sic*] ; c'est tout ce que je vous en dirai […] ; mais ce que je vous dirai bien vite, c'est que j'ai fait cette observation à Colombes, chés M. le Marquis

1. Alder 2005.
2. Jusqu'à récemment, il existait peu d'études sur l'histoire des observatoires, en dehors d'ouvrages généraux consacrés à l'histoire de l'astronomie. Parmi les travaux récents, on consultera Udías 2003, Boistel 2005, Hutchins 2008, et Aubin, Bigg et Sibum 2010. Notons aussi certaines monographies consacrées à des observatoires particuliers, par exemple Lamy 2007 et Dick 2002.

> de Courtenvaux [1718-1781], que je suis aussi enchanté de la connaissance [...] que j'aurai à vous décrire le plus joli Observatoire qu'on puisse voir[1].

Dans les lettres qu'il envoie au roi de Prusse en 1768, l'astronome Jean III Bernoulli (1744-1807) décrit les observatoires qu'il visite dans toute l'Europe. Le passage ci-dessus est particulièrement intéressant parce qu'il mêle les deux types de préoccupations spatiales des astronomes de l'époque. D'une part, il raconte qu'il prend part à l'observation du passage de Vénus devant le Soleil. Entreprise gigantesque au cours de laquelle des observateurs répartis sur la moitié de la surface du globe scrutent simultanément un point noir sur le Soleil dans le but explicite de fournir une mesure aussi précise que possible du rayon de l'orbite terrestre. D'autre part, comme en témoigne la lettre de Bernoulli, la description des conditions locales d'observation prend parfois le dessus sur ces aspects plus scientifiques. Dans ce second exercice, l'astronome transporte un peu des valeurs de la précision qui caractérise le premier :

> Ce bâtiment consiste en une tour ronde, d'environ 18 pieds de diamètre & de deux étages, à chacun desquels est joint une tourelle [...]. La grande tour a un toit formé de cinq ou six volets doubles ou à deux battans [...] C'est au second étage, où on jouit d'un horizon bien plus libre, que se trouvent la plupart des instrumens dont je vais vous donner la liste[2].

Et Bernoulli de détailler les instruments qui s'y trouvent : horloges astronomiques de Berthoud et de Lepaute, deux télescopes de Short, un télescope de Dollond, etc. Rien de plus banal, dans la littérature astronomique, que ce genre de description détaillée du lieu d'observation et de ses instruments. Il est plus surprenant, peut-être, de constater que le jeune astronome néglige ici l'objet scientifique de son observation, le passage de Vénus. C'est que la mesure des dimensions spatiales du système solaire est inextricablement liée à la maîtrise des conditions locales d'observation. Ce n'est que par une mise en relation réussie entre instruments, lieu d'observation et espace céleste que les mesures que les astronomes peuvent faire acquièrent une quelconque valeur. L'observatoire, en définitive, est un lieu particulier qui, situé dans l'espace, participe de la construction de la relation entre lieu et espace.

Depuis quelques décennies, les historiens des sciences se sont détachés d'une vision trop centrée sur la théorie pour prêter, comme les astronomes du passé, attention à ces trois aspects : instruments, lieux et

1. Bernoulli 1771 (p. 157).
2. *Ibid.* (p. 158-159).

espace. Et la leçon en est très claire : tout savoir scientifique est construit localement dans un lieu précis et des circonstances particulières. L'analyse des circonstances locales dans lesquelles les sciences se font a ouvert de larges perspectives de connaissance. Traditionnellement, « la vérité est – et, on peut le dire, a toujours été – la vue de "nulle part"[1] ». Pour contrer ce préjugé, approcher l'histoire des sciences par le biais des lieux dans lesquels elles se pratiquent – ce que d'aucuns ont pu qualifier de « tournant spatial[2] » – s'est avéré particulièrement fructueux.

Les nouvelles « géographies des sciences » qu'on a pu produire ont analysé la spatialité des pratiques scientifiques – de même que les pratiques scientifiques de la spatialité – sous des angles très divers. L'organisation spatiale d'un lieu dédié à la poursuite d'une activité scientifique est en partie le reflet des valeurs de ceux qui y travaillent ou y vivent. Cette approche a en particulier été utile pour dégager l'historiographie des sciences de l'emprise disciplinaire[3]. L'organisation des espaces de travail scientifique de même que leur insertion dans un environnement spécifique peuvent avoir des effets sur le type de connaissance qui y est produit et sur la nature des activités qui s'y déploient. Cette façon de penser a produit des quasi-épistémologies des « sciences de terrain » et des « sciences de laboratoire » et a permis l'étude détaillée des pratiques partagées par les occupants d'un lieu. L'étude des lieux de science remplit donc singulièrement bien les exigences d'une étude locale des pratiques scientifiques – puisque le « local », c'est d'abord l'attention portée à un « lieu ».

Pour aborder l'observatoire en tant que lieu, on peut donc, suivant la suggestion du géographe John Agnew[4], l'analyser selon trois aspects fondamentaux. On situe d'abord un lieu dans l'espace par un système de références traditionnel en termes de longitude et de latitude. Il est ensuite caractérisé par un environnement matériel et les pratiques sociales des personnes qui y vivent et y travaillent. On y attache enfin certaines valeurs affectives et épistémiques. Évidemment, la particularité de l'observatoire – sa caractéristique fondamentale –, c'est que ce lieu est spécifiquement conçu pour définir le système de références qui sert à le situer. On comprend mieux

1. Shapin 1998 (p. 5).
2. On attribue souvent la paternité de ce terme à Soja 1989. Ce dernier s'appuie sur les travaux de l'anthropologue français Lefebvre 1974, qui considère que l'espace est toujours politique. Pour une discussion récente dans le domaine de l'histoire des sciences, voir Withers 2009.
3. Voir, entre autres, les études classiques de Hannaway 1986, Shapin 1988 et Shackelford 1993, ainsi que celles rassemblées dans les ouvrages collectifs qui ont marqué le champ de l'histoire des sciences : Ophir et Shapin 1991, Galison et Thompson 1999, Smith et Agar 1998. Dans le domaine français, l'entreprise ambitieuse de Jacob 2007-2011 traite les *Lieux de savoir* dans une perspective large. Par contre, nous ne nous intéresserons guère ici aux métaphores spatiales dont on se sert pour décrire les dynamiques de savoir. Voir Livingstone 2003.
4. Agnew 1987.

que ceux qui fréquentent l'observatoire portent une attention soutenue aux questions d'ordre spatial, au moins à trois niveaux : l'architecture du bâtiment et la disposition des instruments de mesure à l'intérieur de ce dernier, son rapport à l'environnement immédiat et la description et la nature même de l'espace géographique et abstrait dans lequel il s'insère.

Pour aborder l'évolution du lieu et de l'espace de l'observatoire entre la fin du XVIII^e^ et le début du XX^e^ siècle, nous distinguerons ici trois « régimes de spatialité ». Cette expression est bien sûr construite sur le modèle des « régimes d'historicité » introduits par François Hartog[1]. Comme je l'entends, un régime de spatialité peut se définir comme une certaine manière de concevoir la relation entre lieu et espace. Tout comme Hartog ne discute pas le fondement philosophique du temps, il convient de ne pas nous attarder sur l'évolution du concept d'espace entre Kant et Einstein. Ce qui nous intéresse, c'est comment se modifie l'« ordre spatial » mis en œuvre par les savants à l'intérieur comme à l'extérieur de leurs observatoires.

Extension du domaine de la quantité (1780-1830)

> Le lendemain de notre arrivée, écrit le célèbre navigateur James Cook (1728-1779) à propos de sa visite à l'île de Raiatea, aujourd'hui en Polynésie française, le 4 novembre 1777, j'allai rendre à Oreo, roi de l'île, la visite que j'avais reçue de lui la veille ; je lui donnai une robe de toile, une chemise, un chapeau de plumes rouges de *Tongataboo* [Tongatapu, une île du royaume de Tonga], & d'autres choses de moindre valeur. Je le ramenai dîner à bord, ainsi que quelques-uns de ses amis. Le 6, nous dressâmes les observatoires & nous portâmes à terre les instruments d'astronomie[2].

Ainsi, au siècle des Lumières, l'observatoire astronomique est bien le premier lieu que l'explorateur occidental établit sur les terres lointaines[3]. Mais que peuvent avoir en commun l'observatoire portatif de Cook à Raiatea et les grands établissements qui existent depuis plus d'un siècle à Greenwich ou à Paris ? Les récits d'exploration sont rarement diserts à propos de ce que signifie réellement installer un observatoire de campagne. Cela semble aller de soi, mais la citation précédente nous indique ce qui

1. Hartog 2003.
2. La Harpe 1786 (vol. 23, p. 2).
3. Les historiens se sont penchés sur les conflits de vision du monde qu'implique ce type de rencontre entre autochtones et astronomes ; au sujet des îles du Pacifique, on consultera Dening 1988 ; dans le contexte sud-américain, voir également Safier 2008.

caractérise ce campement : l'observatoire est avant tout le lieu où l'on installe des instruments astronomiques. Ce que Cook ne précise pas, c'est qu'on les installe dans le but de situer ce lieu par rapport à l'espace terrestre global. Cette opération s'effectue essentiellement par le biais de deux nombres produits par l'observatoire : sa latitude et sa longitude, qui sont définies par rapport au méridien de référence à Greenwich ou à Paris.

À la fin du XVIII^e siècle, l'observatoire est, par excellence, le domaine de la quantité. Par contraste, les sciences physiques restent assez peu mathématisées, à l'exception de la mécanique et de l'optique, branches de ce qu'on appelle les « mathématiques mixtes ». À l'observatoire, par contre, une palette d'instruments de haute précision s'appuient sur des mécanismes délicats et des cercles finement gradués pour produire des nombres en grande quantité. Comme le rappelle Pierre-Simon Laplace (1749-1827), « c'est dans l'espace céleste que les lois de la mécanique s'observent avec le plus de précision ; tant de circonstances en compliquent les résultats sur la Terre, qu'il est difficile de les démêler, et plus difficile encore de les assujettir au calcul[1] ». Si l'« esprit quantificateur » à la fin du siècle des Lumières commence à se répandre largement[2], il y a longtemps déjà que le lieu-observatoire est soumis aux impératifs de la production de quantité numérique de haute précision.

Dans ce régime de spatialité, l'observatoire est le lieu qui a pour mission de produire une vision numérique de la Terre et du ciel. Les tables astronomiques sont d'une utilité pratique immédiate pour la navigation[3]. Si les tables de la Lune de Tobias Mayer (1723-1762) de 1752, tant vantées pour leur précision numérique, gardent une dose d'empirisme, les travaux de Laplace visent à réduire le travail de calcul des tables au développement analytique de la loi de la gravitation universelle. Dans un univers euclidien où les lois newtoniennes règnent en maître, il n'en reste pas moins que les résultats numériques calculés par Alexis Bouvard (1767-1843) pour Laplace servent de validation ultime à ses travaux théoriques. C'est dans le but de développer un procédé rationnel d'analyse des erreurs d'observation que la loi de Laplace-Gauss est introduite[4]. Cette confiance dans le calcul culminera avec la découverte d'Uranus en 1846 suite aux développements théoriques d'Urbain Le Verrier (1811-1877), futur directeur de l'Observatoire de Paris.

La recherche de la précision numérique a des implications sur l'organisation de l'espace au sein des observatoires, tout comme sur les endroits

1. Laplace 1796 (t. 2, p. 6).
2. Frängsmyr *et al.* 1990.
3. Boistel 2001.
4. Desrosières 1993.

dans lesquels il est nécessaire de les placer. Des documents produits au tournant des XVIII^e^ et XIX^e^ siècles fournissent de précieuses analyses de la manière dont de futurs observatoires doivent être planifiés dans l'idéal. Ainsi, un « Projet et description d'un nouvel observatoire » expose les « principes qui doivent diriger les architectes dans la construction et la distribution des édifices destinés aux observations astronomiques ». L'auteur de ces lignes, l'astronome Jean-Dominique Cassini IV (1748-1845), est, jusqu'en 1792, directeur de l'Observatoire de Paris, monument construit par Claude Perrault (1613-1688), célèbre architecte de Louis XIV, mais qui s'est attiré les foudres des astronomes depuis plus d'un siècle pour avoir conçu un édifice qu'ils considèrent comme impropre à leur activité. C'est sans doute ce que Cassini a en tête quand il écrit, cinglant : « Le plus habile architecte, s'il n'a point pratiqué l'astronomie, ne saura jamais construire un bon Observatoire[1]. » Seul un astronome saura soumettre toute autre exigence aux intérêts de sa pratique :

> un Observatoire commode n'est point et ne peut être un monument d'architecture : toute décoration […] ne doit y être admise que dans le cas où elle ne nuit en rien à l'objet principal […] ; il faut adopter le principe de ne rien épargner pour les instrumens et pour la solidité de leur assiette, mais d'user d'économie sur tout le reste[2].

Ainsi, l'observatoire idéal selon Cassini est d'abord conçu comme un écrin pour ses instruments et pour en faciliter l'usage. Les lunettes méridiennes doivent être orientées dans le plan nord-sud et posées sur des piliers solides et, surtout, très stables. La pièce dans laquelle se trouvent ces lunettes doit être percée, dans toute sa longueur, du nord au sud, et un mécanisme de trappes doit permettre de fermer cette ouverture en cas de besoin. Afin que les trappes soient aisément manipulables, cette pièce n'a pas avantage à être trop grande et les plafonds voûtés, mais elle ne doit pas être trop étroite non plus pour faciliter la circulation d'air. Pour loger les lunettes équatoriales, l'astronome a besoin d'une salle équipée d'un toit tournant permettant ainsi d'observer tout endroit du ciel.

À l'université de Göttingen, on demande de dresser les plans du nouvel observatoire que Gauss occupera bientôt à l'architecte Georg Heinrich Borheck (1751-1834) qui rédige un essai détaillé à cette occasion[3]. L'astronome Franz-Xaver von Zach (1754-1832), qu'il consulte, admet que toute partie du ciel n'a pas la même valeur pour l'astronome et que,

1. Cassini 1810 (p. 63).
2. *Ibid.* (p. 64).
3. Borheck 2005.

si des contraintes pratiques imposent de construire l'observatoire près d'une ville universitaire, il faut qu'il reste facilement accessible. L'emplacement idéal pour l'observation ne l'est pas toujours pour l'observateur qui a d'autres fonctions à remplir : enseigner, participer aux séances de l'Académie des sciences, ou encore à la vie publique et politique de la cité… D'autant plus que, par sa maîtrise des techniques du nombre, de l'espace et du temps dont l'État moderne devient friand, l'observatoire s'impose comme l'auxiliaire des processus d'industrialisation, de colonisation et de bureaucratisation qui caractérisent ce siècle[1].

Ainsi, la dialectique entre isolement et participation à la vie publique renforce la fonction de la frontière qui enserre l'observatoire. Il ne s'agit plus simplement de se prémunir contre l'intrusion de la populace, qui constitue une menace pour toute forme de vie aristocratique, mais bien de canaliser un intérêt légitime vis-à-vis d'une institution dont le rôle actif dans la société commence à se manifester de plus en plus clairement. Cette évolution entraînera une restructuration profonde de l'espace de l'observatoire.

Restructuration de l'espace-observatoire (1830-1870)

> Nous regrettons de ne pouvoir mettre sous les yeux des lecteurs les tableaux animés de la salle Robin, pour leur rendre dans ces notions trop courtes les merveilles de l'infini aussi palpables qu'elles l'ont été pour ceux qui les ont admirées au théâtre du boulevard du Temple[2].

En 1864, à Paris, l'homme de théâtre Henri Robin (1811-1874) propose un spectacle dans lequel sont mises en scène non seulement les principales notions de mécanique céleste, mais aussi l'observation au télescope[3]. Au premier plan, sur le côté gauche d'une scène où s'animent les planètes autour d'un Soleil éclairé au gaz, une machine rend visible l'industrialisation de la société française. Ainsi, la représentation de l'espace céleste au théâtre Robin s'appuie sur des machines qui le mettent en mouvement et sur des appareils optiques qui produisent des artifices visuels. Loin de n'être qu'un ensemble de procédés théâtraux, cette mise en scène de l'astronomie est révélatrice de mutations plus ou moins perceptibles dans le régime de spatialité de l'observatoire astronomique.

1. Schaffer 2010.
2. Robin 1864.
3. Je remercie Nele Wynants et Kurt Vanhoutte d'avoir porté à mon attention le spectacle et les écrits de Robin.

L'industrialisation de l'observatoire a été abondamment commentée non seulement par les historiens des sciences[1], mais aussi par les contemporains eux-mêmes. Un visiteur raconte ainsi comment l'observation astronomique s'est mécanisée à l'observatoire de Greenwich :

> Au moment où l'astre attendu passe derrière le premier fil [de l'objectif], l'observateur appuie le doigt sur une clé d'ivoire attachée à l'instrument et éveille à l'instant même un courant magnétique dont il faudra suivre la trace et l'action dans une autre chambre appelée *chronographic room*, la chambre du chronographe[2].

« Dans ce siècle des affaires, de la vapeur et du mouvement, chez un peuple qui a pris pour devise *time is money* », poursuit cet auteur[3], l'observatoire de Greenwich est une machine complexe qui se positionne au centre des mutations technologiques et économiques qui caractérisent l'époque. L'observatoire se veut l'auxiliaire utile de la société industrielle comme de l'État moderne. En retour, les nouvelles technologies et les nouveaux principes de l'économie politique transforment le régime de spatialité incarné par l'observatoire.

La stricte division des tâches, qui de manière explicite structure de plus en plus les pratiques des savants de l'observatoire, donne lieu à de nouvelles conceptions de cet espace de travail où chaque salle est rationnellement disposée de manière à remplir sa destination propre. Très vite, ce sera l'observatoire de Pulkovo en Russie qui symbolisera ce nouveau régime[4]. Dans une série d'articles, Jean-Baptiste Biot (1774-1862) célèbre « l'alliance intime, éclairée, efficace, qu'on y découvre entre les vues de la puissance souveraine et les vœux des savants[5] ». Il s'extasie devant cette « colonie *Uranienne*, la mieux organisée qui se puisse concevoir », qui, sous la coupe d'un « chef », occupe « un vaste observatoire, dont l'architecture noble et grande soit assortie à tous les besoins de la science[6] ». La discipline de l'observatoire s'applique autant aux astronomes qu'à son environnement et l'on interdit toute construction dans un rayon d'un kilomètre autour de celui de Pulkovo. Pour Biot, le rôle social joué par l'observatoire est clair : « Ce concours libre, confiant, complet du prince et des sujets, dans l'accomplissement d'une œuvre nationale, consacrée au progrès de l'intelligence, est, je crois, un bel exemple de ce

1. Schaffer 1988, Smith 1989 et Aubin 2003.
2. Esquiros 1866 (p. 825).
3. *Ibid.* (p. 843).
4. Werrett 2010.
5. Biot 1847 (p. 533).
6. *Ibid.* (p. 612).

que l'on peut appeler, à bon droit, LA CIVILISATION[1]. » Dans ce nouveau régime de spatialité, la relation entre lieux et espaces s'inverse : alors que le hasard des circonstances transformait des endroits plutôt quelconques (Greenwich ou Raiatea) en des nœuds servant à construire une représentation numérique de l'espace terrestre, ce sont maintenant des conceptions bien affirmées de l'espace physique, mais aussi politique et économique, qui déterminent l'emplacement et la structure des nouveaux observatoires.

Simultanément, les techniques modernes, tout spécialement le télégraphe électrique, modifient la perception de l'espace qu'ont les savants de l'observatoire et rendent possibles de nouveaux types d'action : affiner les mesures de différences de longitude, faire circuler rapidement les données astronomiques et météorologiques, ou diffuser l'heure vers les ports. Comme le montre encore la mobilisation internationale pour l'étude du magnétisme terrestre qui regroupe des dizaines d'observatoires autour de la planète dès les années 1840, l'observatoire est plus que jamais un lieu interdisciplinaire où sont perfectionnées, dans plusieurs branches des sciences, des techniques de mesures numériques assez sophistiquées pour permettre de comparer entre elles des données collectées dans des endroits et à des instants différents[2]. L'un des participants à la croisade géomagnétique, Adolphe Quetelet (1796-1874), imagine un programme de recherche qui engloberait tous les phénomènes naturellement périodiques, des révolutions planétaires aux taux de suicide. Établissant un parallèle entre techniques de l'observatoire et raison statistique, le directeur de l'observatoire de Bruxelles rêve de « l'œil de la science [qui] reste pour ainsi dire incessamment ouvert sur tout ce qui se passe à la surface de notre planète[3] ».

Ces réseaux de plus en plus denses et réactifs qui maillent le globe et dans lesquels l'observatoire remplit un rôle particulier conduisent à de nouvelles perceptions de l'espace. Il est illusoire de chercher à démontrer que ce travail sur l'espace et sur le temps est directement responsable du fait que certains astronomes commencent alors à explorer les géométries non euclidiennes. Mais, si on suit Peter Galison[4], on est bien forcé de voir dans ces nouvelles pratiques et ce nouvel environnement matériel – qui se mettent en place au cœur du XIX^e siècle – l'un des éléments fondamentaux de la reconceptualisation de l'espace physique qui trouvera son aboutissement avec la relativité d'Albert Einstein (1879-1955).

1. *Ibid.* (p. 533).
2. Sur la croisade géomagnétique et sur la météorologie en France, voir Locher 2008.
3. Quetelet 1867 (p. 23).
4. Galison 2003.

Reste à souligner l'importance de nouveaux types de pratiques scientifiques qui émergent au sein des observatoires à cette époque et qui vont profondément modifier le travail de l'astronome. Je veux en particulier parler de techniques optiques de représentation visuelle qui peu à peu acquièrent, dans l'observatoire, un droit de cité aussi important que les techniques du nombre sur lesquelles on a insisté jusqu'à présent. Si, de tout temps, l'optique et la représentation visuelle (sous forme de cartes) sont bien présentes dans l'observatoire, un William Herschel fait figure d'exception en faisant entrer l'astronomie dans le champ de l'histoire naturelle[1]. Suite aux succès de l'analyse spectrale dans les années 1860, l'astrophysique banalise bientôt des pratiques qui sont en profonde rupture avec celles du passé. En fait, la rupture est si vive entre les anciens mécaniciens célestes et les nouveaux astrophysiciens qui s'emparent des techniques de la physique et de la chimie (non seulement les spectroscopes, mais aussi les appareils photographiques, les photomètres et les bolomètres) que ces innovations seront en partie responsables de l'éclatement de la culture de l'observatoire.

Éclatement des sciences de l'observatoire (1870-1920)

> La Caste noire munie de barres de fer, de haches, de marteaux a déjà envahi les quatre coupoles ; les feuilles de tôle cèdent, se déchirent sous la pression des leviers, la charpente de bois vole en éclats ; la cuisine, le pavillon magnétique, la baraque en planches qui avait servi de premier observatoire, l'abri météorologique sont renversés rapidement[2].

Lorsque la population malgache détruit l'observatoire des jésuites français à Ambohidempona sous les ordres de la reine Ranavalona III (1861-1917), elle sanctionne l'association entre l'observatoire et le pouvoir colonial[3]. Mais, pour l'auteur de ce texte, elle montre surtout que son gouvernement n'est pas prêt à embrasser la civilisation moderne dont, rappelons-le, Biot faisait de l'observatoire un symbole. Le sac de l'observatoire n'empêche pas l'île de Madagascar de perdre son indépendance, et l'établissement d'Ambohidempona sera reconstruit en se spécialisant dans l'étude du climat tropical.

À l'apogée de l'impérialisme européen, les sciences de l'observatoire se

1. Schaffer 1980.
2. Colin 1897 (p. 314).
3. Sur l'observatoire d'Ambohidempona, voir Combeau-Mari 2011. Sur les observatoires jésuites en général, voir Udías 2003.

projettent à la surface du globe non plus en élevant des abris temporaires à connecter au réseau global, mais dans une multitude de petits observatoires. Les observatoires de haute montagne sont une autre manière d'établir des points d'observation permanents en des endroits qui autrefois échappaient au regard permanent de « l'œil de la science ». Parfois, comme à l'observatoire du Mont-Blanc fondé en 1893, les infrastructures de l'observatoire sont imparfaitement transportées dans des milieux extrêmes ou éloignés. En fin de compte, on s'aperçoit que trois éléments essentiels permettent de caractériser l'observatoire qui réussit dans ces conditions : les observations doivent être faites de manière régulière et de préférence continue ; les instruments doivent y être installés de façon permanente, être calibrés, étudiés avec soin et être plus puissants que des instruments portatifs ; et enfin ces observatoires doivent faire partie de réseaux étendus de sites d'observation qui produisent des données qui peuvent être comparées les unes aux autres. C'est pour n'avoir pas su correctement remplir ces conditions qu'on laisse l'observatoire du Mont-Blanc s'enfoncer dans la glace en 1909[1].

Le dernier régime de spatialité mis en place par ces observatoires projetés à la surface du globe (voire au-delà avec les ballons-sondes) est éclaté et fait figure de préfiguration des espaces multiples de la géographie actuelle[2]. Maintenant richement dotées de leurs propres espaces de laboratoire, les sciences physiques n'ont plus besoin des facilités offertes par les observatoires astronomiques. Délaissant leur vocation multidisciplinaire, ces derniers se spécialisent de plus en plus dans la branche des sciences qui les intéressent (météorologie, sismologie, astrophysique, océanographie, etc.) et l'on assiste à la fondation d'une multitude de stations d'observation qui s'organisent selon leurs propres logiques autour de divers types d'instruments. Si la production de données numériques intercomparables reste la pratique dominante, les réseaux spatiaux qu'elles construisent se chevauchent et s'intersectent de moins en moins[3].

Prenons, pour illustrer ce dernier point, l'exemple de la métropole montante de l'Europe occidentale de la fin du XIX^e^ siècle. Comme toutes les capitales et villes universitaires, Berlin possédait depuis longtemps son observatoire. En 1830, l'astronome Johann Franz Encke (1791-1865) avait pu établir un nouvel observatoire moderne en périphérie de la ville, dans le quartier de Kreuzberg. C'est là où, le 23 septembre 1846, Johann

1. Le Gars et Aubin 2009.
2. Piper 2002.
3. La difficulté qu'ont eue les climatologues à développer des modèles intégrés à la fin du XX^e^ siècle peut être lue comme une conséquence de la diversité des réseaux d'observation mis en place un siècle auparavant. Voir le tome 3.

Gottfried Galle (1812-1910) découvrira la planète Neptune à l'endroit indiqué par Le Verrier. Pourtant, sous la direction du successeur d'Encke, Wilhelm Förster (1832-1921), les diverses fonctions de l'observatoire de Berlin vont se disperser sur plusieurs sites. En 1874, il fonde un observatoire spécialement dédié à l'astrophysique sur le Telegrafenberg de Potsdam, où il établit aussi un institut pour la mesure de la Terre. En 1888, un observatoire de géomagnétisme et de météorologie y est également installé[1]. Puis, l'ancien observatoire est, lui aussi, déplacé à Potsdam. Mais Berlin n'est pas en reste : les études physiques sur spectroscopes et bolomètres sont accueillies dans le Physikalisch-Technische Reichsanstalt (PTR) de Charlottenburg à partir de 1887[2], tandis que le public des curieux est dirigé vers des installations spécifiques : l'Urania en 1888 et l'observatoire d'Archenbold en 1896.

Conclusion

> C'est étonnant – écrit l'astronome Charles Nordmann (1881-1940) –, pendant la première guerre mondiale, comme le nombre des observatoires s'est multiplié depuis quelque temps sur le territoire, et surtout tout le long de cette mince ligne qu'on appelle le front[3].

Au-delà de l'ironie, Nordmann touche à quelque chose de plus profond. C'est non seulement le terme d'« observatoire » qui s'est banalisé, mais aussi les pratiques de confrontation entre observations visuelles à l'aide d'instruments d'optiques, de quantification et calcul sur les données, de report sur des cartes précisément dessinées, etc. En se diffusant largement, les pratiques de l'observatoire ont perdu la spécificité qui leur permettait de définir la cohérence de lieux précis. Ainsi, alors que l'espace global est de plus en plus largement appréhendé selon les techniques développées par les savants de l'observatoire, ce lieu éclate à nouveau dans une multitude de significations parfois contradictoires.

Du point de vue de l'historien des sciences, nous conclurons en disant que l'attention soutenue portée à l'espace par les savants de l'observatoire offre une solution particulière au problème de l'universalité en sciences. Car, si la démonstration du caractère éminemment local des processus de connaissance scientifique est convaincante, il n'en reste pas moins

1. C'est également sur le Telegrafenberg que sera érigée, entre 1919 et 1922, la fameuse « tour d'Einstein » dédiée à l'étude du Soleil et de la relativité générale.
2. Cahan 1989.
3. Nordmann 1917 (p. 86).

que cela manifeste un paradoxe troublant. Comment un savoir produit localement peut-il avoir une portée universelle ? Plusieurs solutions ont été proposées pour résoudre ce paradoxe. Là où la production de normes qui circulent permet de penser l'universalité comme le produit de conventions négociées socialement, la conception des technosciences en réseaux tend à faire émerger le consensus des interactions entre actants du réseau[1]. En portant son attention sur les lieux de science, l'historien saisit plus subtilement les dynamiques de *délocalisation* des savoirs qui sont propres à chacun de ces lieux. En étudiant le « terrain », Henrika Kuklick et Robert Kohler[2] ont montré que les stratégies de délocalisation des savoirs varient selon les lieux de production et les époques. Ainsi, le terrain, qui joue un rôle si important dans le travail scientifique des XVIII^e^ et XIX^e^ siècles, s'adapte à l'émergence du laboratoire. Plus récemment, le sociologue Thomas Gieryn[3] proposait le concept de « *placelessness* » afin de comprendre le succès du modèle du laboratoire dans les sciences contemporaines. Dans son analyse, cette *non-localisation* est une construction sociale qui permet de *délocaliser* le savoir produit dans un lieu précis[4].

C'est en ce sens qu'on suggérera ici que l'observatoire offre sans conteste un modèle de *délocalisation* des savoirs qui diffère à la fois des pratiques de terrain et de laboratoire et qui se construit en interaction avec elles[5]. Le modèle de *délocalisation* des savoirs de l'observatoire s'ancre dans la connaissance approfondie de leur lieu de production et dans la reconstruction active de l'espace lui-même. La connaissance intime de l'espace de l'observatoire, de son environnement et de la nature même de la spatialité est donc indissociable de la manière dont l'observatoire prétend produire un savoir universel.

1. Latour 1989.
2. Kuklick et Kohler 1996.
3. Gieryn 2002.
4. Dans l'étude qui a introduit le concept de *placelessness*, le géographe Relph [1976] analyse la relation entre lieu et espace. Selon l'auteur, l'expérience humaine de l'espace est structurée par les lieux qu'on habite, tandis que ces derniers prennent un sens du fait de leur environnement spatial ; voir aussi Tuan 1977. La notion de « non-localisation » est d'abord conçue comme une critique postmoderne à l'uniformisation de l'espace dans l'économie mondialisée, voir Augé 1992. Ces analyses rejoignent en partie celle de Certeau pour qui « l'espace est un lieu pratiqué », en ce sens où ce sont les habitants d'un lieu qui par leurs pratiques (déplacements, actions, etc.) le transforment en espace toujours sujet à transformation. Voir Certeau 1990 (p. 172).
5. Aubin 2002 et Le Gars et Aubin 2009.

Références bibliographiques

Agnew John, 1987, *Place and Politics : The Geographical Mediation of State and Society*, Boston et Londres, Allen & Unwin.

Alder Ken, 2005 [2002], *Mesurer le monde. 1792-1799, l'incroyable histoire de l'invention du mètre*, trad. par M. Devillers-Argouarc'h, Paris, Flammarion.

Ashworth William J., 1998, « John Herschel, George Airy, and the Roaming Eye of the State », *History of Science*, vol. 36, p. 151-178.

Aubin David, 2002, « Orchestrating Observatory, Laboratory, and Field : Jules Janssen, the Spectroscope, and Travel », *Nuncius*, vol. 17, n° 2, p. 615-633.

– 2003, « The Fading Star of the Paris Observatory in the Nineteenth Century : Astronomers' Urban Culture of Circulation and Observation », *Osiris*, nº 18, p. 79-100.

Aubin David, Bigg Charlotte et Sibum H. Otto (dir.), 2010, *The Heavens on Earth : Observatories and Astronomy in Nineteenth-Century Science and Culture*, Durham (NC), Duke University Press.

Augé Marc, 1992, *Non-lieux. Introduction à une anthropologie de la surmodernité*, Paris, Seuil.

Bernoulli Jean, 1771, *Lettres astronomiques où l'on donne une idée de l'état actuel de l'astronomie pratique dans plusieurs villes de l'Europe*, Berlin, chez l'auteur.

Bigg Charlotte, Aubin David et Felsch Philipp, 2009, « The Laboratory of Nature – Science in the Mountains », *Science in Context*, vol. 22, n° 3, p. 311-321.

Biot Jean-Baptiste, 1847, « Compte rendu de la *Description de l'observatoire astronomique de Poulkova*, par F.G.W. Struve », *Journal des savants*, (septembre) p. 513-533 et 610-620.

Boistel Guy, 2001, *L'Astronomie nautique au XVIII^e siècle. Tables de la Lune et longitudes en mer*, thèse de l'université de Nantes.

– (dir.), 2005, *Observatoires et patrimoine astronomique français*, Paris, ENS Éditions.

Borheck Georg Heinrich, 2005, *Grundsätze über die Anlage neuer Sterwarten mit Beziehung auf die Sternwarte der Universität Göttingen*, éd. par Klaus Beuermann, Göttingen, Universitätsverlag.

Cahan David, 1989, *An Institute for an Empire : The Physikalisch-Technische Reichanstalt (1871-1918)*, Cambridge, Cambridge University Press.

Cassini Jean-Dominique, 1810, *Mémoires pour servir à l'histoire des sciences et à celle de l'Observatoire de Paris*, Paris, Bleuet.

Certeau Michel de, 1990, *L'Invention du quotidien*, Paris, Gallimard.

Colin E., 1897, « L'observatoire français de Madagascar », *Études*, nº 71, p. 308-331.

Combeau-Mari Évelyne, 2011, « L'observatoire d'Ambohidempona à Madagascar (1888-1923). Pouvoir jésuite et science coloniale », *French Colonial History*, vol. 12, p. 103-121.

Dening Greg, 1988, *History's Anthropology : The Death of William Gooch*, Lanham (MD), University Press of America.

Desrosières Alain, 1993, *La politique des grands nombres. Histoire de la raison statistique*, Paris, La Découverte.

Dick Steven J., 2002, *Sky and Ocean Joined : The US Naval Observatory (1830-2000)*, New York, Cambridge University Press.

Esquiros Alphonse, 1866, « L'Angleterre et la vie anglaise, XXXI. La Marine britannique, I. – L'observatoire de Greenwich », *Revue des Deux Mondes*, vol. 65, p. 810-851.

Frängsmyr Tore, Heilbron John L. et Rider Robin E. (dir.), 1990, *The Quantifying Spirit in the Eighteenth Century*, Berkeley (CA), University of California Press.
Galison Peter, 2003, *L'Empire du temps. Les horloges d'Einstein et les cartes de Poincaré*, Paris, Robert Laffont.
Galison Peter et Thompson Emily (dir.), 1999, *The Architecture of Science*, Cambridge (MA), MIT Press.
Gieryn Thomas F., 2002, « Three Truth-Spots », *Journal of the History of the Behavioral Sciences*, vol. 38, n° 2, p. 113-132.
Hannaway Owen, 1986, « Laboratory Design and the Aim of Science : Andreas Libavius Versus Tycho Brahe », *Isis*, vol. 77, n° 4, p. 585-610.
Hartog François, 2003, *Régimes d'historicité. Présentisme et expériences du temps*, Paris, Seuil.
Hutchins Roger, 2008, *British University Observatories (1772-1939)*, Aldershot, Ashgate.
Jacob Christian (dir.), 2007-2011, *Lieux de savoir*, Paris, Albin Michel, 2 tomes.
Kohler Robert E., 2002, *Landscapes and Labscapes : Exploring the Lab-Field Border in Biology*, Chicago (IL), University of Chicago Press.
Kuklick Henrika et Kohler Robert E. (dir.), 1996, « Science in the Field », *Osiris*, n° 11, p. 1-14.
La Harpe Jean-François de, 1786, *Abrégé de l'histoire générale des voyages*, Paris, Laporte.
Lamy Jérôme, 2007, *L'Observatoire de Toulouse aux XVIII^e^ et XIX^e^ siècles. Archéologie d'un espace savant*, Rennes, Presses universitaires de Rennes.
Laplace Pierre-Simon, 1796, *Exposition du système du monde*, Paris, Le Cercle social.
Latour Bruno, 1989, *La Science en action*, Paris, La Découverte.
Lefebvre Henri, 1974, *La Production de l'espace*, Paris, Anthropos.
Le Gars Stéphane et Aubin David, 2009, « The Elusive Placelessness of the Mont-Blanc Observatory (1893-1909) : The Social Underpinnings of High-Altitude Observation », *Science in Context*, vol. 22, n° 3, p. 509-531.
Livingstone David N., 2003, *Putting Science in Its Place : Geographies of Scientific Knowledge*, Chicago (IL), University of Chicago Press.
Locher Fabien, 2008, *Le Savant et la tempête. Étudier l'atmosphère et prévoir le temps au XIX^e^ siècle*, Rennes, Presses universitaires de Rennes, coll. « Carnot ».
Nordmann Charles, 1917, *À coups de canon. Notes d'un combattant*, Paris, Perrin.
Ophir Adi et Shapin Steven, 1991, « The Place of Knowledge : A Methodological Survey », *Science in Context*, vol. 4, n° 1, p. 3-21.
Pickering Edward C., 1883, « Mountain Observatories », *The Observatory*, vol. 6, p. 287-293.
Piper Karen L., 2002, *Cartographic Fictions : Race, Maps, and Identity*, New Brunswick (NJ), Rutgers University Press.
Quetelet Adolphe, 1867, *Sciences mathématiques et physiques au commencement du XIX^e^ siècle*, Bruxelles, Hayez.
Relph Edward C., 1976, *Place and Placelessness*, Londres, Pion.
Robin Henri, 1864, *L'Almanach illustré le Cagliostro. Histoire des spectres, vivants et impalpables. Secrets de la physique amusante dévoilés*, Paris.
Safier Neil, 2008, *Measuring the New World : Enlightenment Science and South America*, Chicago (IL), University of Chicago Press.
Schaffer Simon, 1980, « Herschel in Bedlam : Natural History and Stellar Astronomy », *British Journal for the History of Science*, vol. 13, n° 3, p. 211-239.
– 1988, « Astronomers Mark Time : Discipline and the Personal Equation », *Science in Context*, vol. 2, n° 1, p. 115-146.

– 2010, « Keeping the Books at Paramatta Observatory », *in* D. Aubin, C. Bigg et H.O. Sibum (dir.), *op. cit.*, p. 118-147.
Shackelford Jole, 1993, « Tycho Brahe, Laboratory Design, and the Aim of Science : Reading Plans in Context », *Isis*, vol. 84, n° 2, p. 211-230.
Shapin Steven, 1988, « The House of Experiment in Seventeenth-Century England », *Isis*, vol. 79, p. 373-404.
– 1998, « Placing the View from Nowhere : Historical and Sociological Problems in the Location of Science », *Transactions of the Institute of British Geographers*, nouv. série, vol. 23, p. 5-12.
Smith Crosbie et Agar Jon (dir.), 1998, *Making Space for Science*, Londres, Macmillan.
Smith Robert W., 1989, « The Cambridge Network in Action : The Discovery of Neptune », *Isis*, vol. 80, n° 3, p. 395-422.
Soja Edward, 1989, *Postmodern Geographies : The Reassertion of Space in Critical Social Theory*, Londres, Verso Press.
Tuan Yi-Fu, 1977, *Space and Place : The Perspective of Experience*, Minneapolis (MN), University of Minnesota Press.
Udías Augustín, 2003, *Searching the Heavens and the Earth : The History of Jesuit Observatories*, Dordrecht, Kluwer.
Werrett Simon, 2010, « The Astronomical Capital of the World : Pulkovo Observatory in the Russia of Tsar Nicolas I », *in* D. Aubin, C. Bigg et H.O. Sibum (dir.), *op. cit.*, p. 33-57.
Withers Charles W.J., 2009, « Place and the "Spatial Turn" in Geography and in History », *Journal of the History of Ideas*, vol. 70, n° 4, p. 637-658.



3 Musées, expositions et contexte urbain

MIRIAM R. LEVIN

C'est au cours du long XIX^e siècle que l'activité scientifique devient une composante et même un facteur décisif de la culture industrielle urbaine[1]. Musées nationaux, privés ou locaux, expositions, notamment industrielles, universités, associations scientifiques et écoles techniques sont les vecteurs de cette transformation. Celle-ci est particulièrement visible à Paris et à Londres, ainsi qu'à Berlin ultérieurement – toutes trois capitales de grandes puissances européennes en passe de constituer les prototypes de ce qu'on appellera les États-nations modernes. Puisant dans les ressources et les réseaux sociaux concentrés dans leurs capitales, des élites de chacun de ces pays organisent peu à peu des collections parrainées par l'État d'objets manufacturés et d'objets naturels. Ce faisant, elles poursuivent des buts multiples et parfois conflictuels : prestige national, croissance économique, éducation généralisée, innovation, progrès (social et moral)… Ces élites sont composées entre autres de naturalistes, bureaucrates, riches hommes d'affaires, hommes d'État et ingénieurs. Leurs idées sont le fruit d'une émulation mutuelle ainsi que de la concurrence à laquelle elles se livrent. Par conséquent, en 1914, les musées nationaux et les expositions industrielles contribuent à la création d'une culture scientifique urbaine, notamment à Paris et à Londres où ils se complètent les uns les autres. À Berlin, en revanche, ils coexistent dans un milieu où les intérêts commerciaux et ceux de l'État prussien s'accordent mal.

Nous nous proposons ici d'analyser cette coémergence dynamique de musées nationaux des sciences et d'expositions industrielles dans ces trois villes importantes pendant une période où construction nationale et sentiments démocratiques s'affirment simultanément. Le terme de

1. Pour des précédents historiographiques, voir Dierig *et al.* 2003, Levin 1992 et 2010.

◀ Vue panoramique de l'Exposition universelle, Paris 1900, montrant les quartiers liés aux sciences et techniques.

« musée » se réfère à des collections et à des pièces organisées systématiquement dans des bâtiments institutionnellement indépendants ; celui de « musées des sciences », aux espaces rassemblant des collections d'objets d'histoire naturelle, d'instruments, de machines, de produits manufacturés ou d'objets ethnographiques faisant l'objet d'études systématiques, d'expositions ou d'usages utilitaristes. Les « expositions industrielles » renvoient à des expositions épisodiques ou périodiques, souvent concurrentes, d'instruments contemporains, de machines et/ou de processus et de produits manufacturés visant à stimuler l'innovation et le commerce. Le terme « national » s'applique aux musées et expositions parrainés par leurs États respectifs et fondés sur l'idée de coïncidence entre les intérêts de l'État et ceux de la société industrielle dans la nation moderne[1].

Une attention particulière sera portée au développement de musées et d'expositions à Londres et à Paris : en effet, ces villes sont alors des centres majeurs d'une activité intellectuelle qui aboutira, dans le courant de ce siècle, à définir la science comme méthode spéciale pour connaître le monde des choses et ainsi en faire usage. Berlin fera l'objet d'une attention moindre, en partie parce qu'il faudra attendre la fin du XIX^e^ pour y voir des musées de sciences institutionnellement autonomes. De plus, il est problématique de qualifier de « nationaux » les musées de sciences prussiens alors que le Kaiser refuse de parrainer les expositions industrielles[2].

Ce chapitre commence par exposer brièvement la genèse de ce développement, et particulièrement la justification d'un intérêt pour l'efficacité intellectuelle, économique et sociale d'objets naturels et fabriqués qui survient après 1750. La deuxième partie traite de la période allant de 1750 à 1815, lors de laquelle l'idéologie utilitariste et la croyance dans le progrès permettent l'invention de musées nationaux modernes et d'expositions industrielles par les élites. La troisième partie retrace leur développement depuis la fin des guerres napoléoniennes jusqu'à ce que la révolution de 1848 porte Napoléon III au pouvoir. La quatrième section utilise la préparation de l'Exposition de 1851 comme point charnière d'une nouvelle dynamique qui dure jusqu'en 1914. Tout au long, il est pris note des interconnexions croissantes entre ces deux phénomènes urbains riches en artefacts et de plusieurs conséquences inattendues de leur institutionnalisation.

1. Llobera 1994 (p. 177-193), Gunther 1979 (p. 207 et 212).
2. Levin *et al.* 2010 (p. 173 et 180-190).

Origines

Les musées nationaux dédiés à la science et les expositions industrielles ont des racines culturelles distinctes, mais partagent une caractéristique importante : ils existent grâce à la consolidation de collections d'artefacts à potentiel économique. On peut retrouver l'origine de tels musées dans les cabinets privés de curiosités du XVI^e^ siècle (qui, dans certains cas, sont alors déjà dénommés « musées ») inspirés par les pillages sans scrupules de l'âge de l'exploration. Au milieu du XVIII^e^ siècle, différents types de collections dont la catégorisation et l'organisation se veulent systématiques existent : collections privées individuelles telles que les spécimens d'histoire naturelle et ethnographique de Hans Sloane et les machines de Vaucanson ; collections privées détenues par des associations bénévoles, par exemple les instruments de la Royal Society. L'Ashmolean Museum à l'université d'Oxford, jouissant de dotations privées et hébergé au même endroit que l'École d'histoire naturelle, ainsi que le laboratoire indépendant de recherche et d'enseignement en chimie de Robert Plot, en sont des variantes. Plus semblables aux musées nationaux de sciences modernes, les collections royales peuvent aussi bien être privées qu'appartenir à la Couronne en tant que dirigeant l'État, et sont des lieux de collecte, de recherche et de poursuite d'applications utiles : il en va ainsi du cabinet du Jardin du roi à Paris et des jardins botaniques royaux ainsi que de leur cabinet à Kew à côté de Londres. Bien que beaucoup soient accessibles aux visiteurs, l'ouverture volontaire à un large public à des fins sociales n'émerge que dans les décennies suivantes.

Les expositions industrielles innovent dans la mesure où elles mélangent la haute culture des expositions d'art académique annuelles dans les capitales et la culture populaire de commerce local et de foires agricoles, en y greffant la science comme outil de contrôle et en utilisant les prix comme incitations. En Grande-Bretagne, où les intérêts capitalistes ont ouvert l'économie, des prix récompensant les inventions commercialisables aux foires annuelles de Northampton et Dublin aident à orienter la production et l'agriculture locales. En France, les foires se distinguent comme moments significatifs d'échanges dans un pays où les guildes et les droits de douane intérieurs encadrent en temps normal le commerce et l'innovation. Le Salon des beaux-arts au Louvre s'inscrit dans le même développement (tout comme les expositions de la Royal Academy à Londres)[1].

1. Mitchell 2007, Fox 2003 (p. 63), Le Normand et Moléon 1824 (vol. 1, p. 42-43).

Dans les deux cas, l'intérêt porté aux collections d'objets physiques, qu'ils soient naturels ou fabriqués, s'explique par un état d'esprit particulier qui commence à se cristalliser dans cet âge du perfectionnement. Cet esprit nouveau se lit dans l'article de Daubenton sur le « Cabinet d'histoire naturelle » dans le volume 2 de l'*Encyclopédie* (1752) comme dans le testament de Hans Sloane. Ceux-ci identifient les collections d'objets en tant que pierres de touche du savoir utile, auxquelles les méthodes scientifiques peuvent ainsi accéder et qu'elles peuvent donc mettre en œuvre[1]. Dans les musées et les expositions, les artefacts physiques font le lien entre le monde des matières premières, des forces gouvernantes invisibles et le monde civilisé tel qu'il est perçu, communiquant ainsi un sens de l'ordre qui peut être intellectuellement, politiquement et moralement salutaire. Quant aux collections de machines et d'instruments, elles tiennent lieu de démonstrations des lois de la physique et de processus de fabrication plus ou moins parfaits. Elles permettent également d'expérimenter les dernières méthodes de fabrication, et sont ainsi un moyen de former les travailleurs à des industries nécessaires à la croissance nationale. Les foires industrielles, elles, ont le potentiel pour stimuler le commerce et la fabrication, à travers la concurrence et l'émulation des biens exposés. Par conséquent, après 1750, des efforts concertés vont œuvrer à l'établissement de musées nationaux de sciences et d'expositions industrielles dans les capitales.

Progrès et invention des musées nationaux de sciences et des expositions industrielles (1750-1815)

En France et en Grande-Bretagne au XVIII^e^ siècle où l'industrialisation est encore embryonnaire, il reste possible d'imaginer librement des moyens par lesquels la science servira à moderniser la société. Dans ces deux pays, les collections scientifiques et technologiques sont progressivement estimées comme des outils de progrès national, de même qu'à Berlin, où le roi reconnaît aussi leur importance pour l'État. Les élites s'attachent à valoriser les collections disparates de riches individus, de sociétés savantes et de la Couronne dans des institutions accessibles au public et dans des expositions industrielles. En Grande-Bretagne, le legs de Hans Sloane à la nation britannique en 1753 permet la création du premier musée national officiel qui expose des biens scientifiques. Le testament de Sloane exprime clairement la volonté que ces biens restent groupés dans un lieu

1. Diderot *et al.* 1751-1780 (vol. 2, p. 489-491), Gunther 1979 (p. 208).

accessible au public, pour des raisons à la fois religieuses et pratiques : il faut célébrer « la manifestation de la gloire de Dieu » pour « le bénéfice de l'espèce humaine[1] ». La localisation du musée dans le nouveau quartier périphérique de Bloomsbury, peuplé par la classe moyenne aisée, aide aussi à donner à la science un statut respectable.

Des écueils entravent cependant la conception que Sloane a du progrès. Tout d'abord, les ressources institutionnelles doivent être distribuées à tous les départements du nouveau musée, et pas seulement à la collection d'histoire naturelle. Par ailleurs, la majorité des curateurs de musées conçoivent les collections de manière élitiste et limitent leur accès aux classes sociales les plus aisées, s'éloignant ainsi des deux buts originels de Sloane[2]. Qui plus est, la localisation à Bloomsbury isole le musée des associations scientifiques bénévoles et des clubs situés près du Strand, et des autres collections privées à Londres. Par conséquent, les membres du département des sciences du British Museum éprouvent quelques difficultés à créer des synergies nationalement bénéfiques avec des institutions voisines, telles que peuvent l'expérimenter leurs collègues français au Jardin des plantes.

À Paris, la Révolution française met en œuvre une partie du programme des Lumières proposé dans l'*Encyclopédie* par le biais de politiques idéologiques, laïques et nationalistes. Le législateur, dans son entreprise de construction d'un État moderne centré sur Paris, réforme le Jardin du roi en créant un Muséum national d'histoire naturelle autonome dans le désormais rebaptisé Jardin des plantes. Il fonde aussi un musée industriel au sein du Conservatoire national des arts et métiers (CNAM), y incorporant la collection de Vaucanson. Dans les deux cas, des collections plus petites sont consolidées dans de nouvelles institutions de recherche nationale et d'éducation financées publiquement sous l'égide d'un gouvernement central.

Le Muséum, situé sur la rive gauche, devient une sorte d'université nationale d'histoire naturelle et de chimie, combinant recherche, formation et conférences à destination du public. Ses professeurs et autres personnels savants sont également membres d'autres institutions nationales géographiquement proches (entre autres, l'École de médecine, la manufacture des Gobelins et la Salpêtrière), permettant ainsi aux recherches effectuées au Muséum de recevoir des applications qui améliorent la pratique médicale française, le commerce de biens de luxe et la production chimique[3].

1. Cité *in* Gunther 1979 (p. 207-208 et note 8).
2. Wilson 2002 (p. 52-53).
3. Outram 1980 (p. 29-30), Dierig *et al.* 2003 (p. 14-15).

Le CNAM et son Musée des techniques sont placés dans le quartier commercial et industriel de la rive droite près de la porte Saint-Martin. La nouvelle école porte d'emblée une attention particulière à l'amélioration de la production manufacturière française et à la stimulation du commerce, en créant une main-d'œuvre scientifiquement formée et qualifiée d'origine parisienne et provinciale. Le musée est la caractéristique pédagogique centrale du CNAM. Cependant, en dépit des espoirs que le gouvernement place dans l'étude des machines, modèles, dessins et échantillons, les pratiques du secteur privé ne changent pas fondamentalement. En effet, les premiers étudiants diplômés trouvent principalement des emplois de travailleurs qualifiés, de contremaîtres, de gérants, et de techniciens dans les bureaux d'État ou de sous-officiers dans l'armée[1].

À Berlin, les rois prussiens considèrent la population comme une ressource de l'État et soutiennent donc l'Académie minière de Prusse (1770), dont les étudiants qualifiés utilisent le musée de minéralogie pour la recherche et leurs études. Jamais autonome, cette collection sera transférée au musée hébergeant les collections de Humboldt à la nouvelle université de Berlin, fondée sous patronage royal en 1810, à l'aube de l'ère industrielle de la ville.

Les expositions industrielles, introduites par les Britanniques, sont davantage dues aux efforts d'associations indépendantes que du gouvernement. La Royal Society for the Encouragement of the Arts, Manufactures and Commerce (RSA) – dont les fondateurs et membres sont pour certains d'entre eux membres de la Royal Society, du Royal College of Physicians, du British Museum, de la Bank of England, de la British East India Company, et de la pairie – est à l'origine des premières expositions à Londres en 1754[2]. Par la suite, la RSA organise régulièrement des concours nationaux pour mettre en avant le commerce et l'industrie britanniques, décernant des prix aux inventions et aux découvertes censées relier socialement et culturellement science et production[3]. Pendant ces années, la RSA tisse un lien important entre les fonctions utilitaristes des musées et les expositions industrielles. Les soumissions gagnantes « susceptibles de procurer de grands avantages à la nation » sont en effet ajoutées aux collections de la RSA et exposées au public dans ses locaux. Cette approche portera ses fruits au siècle suivant avec le choix de South Kensington comme site de la Grande Exposition de 1851[4].

1. Fox 2012 (p. 31-33), Edmonson 1987 (p. 48-94 et 530-538).
2. Fox 2003 (p. 62-65), Chambers 2007 (p. 314).
3. Chambers 2007 (p. 313-314), Hudson et Luckhurst 1954 (p. 5).
4. Hobhouse 2002 (p. 1).

À la fin de la Révolution, l'État français commence à s'intéresser officiellement aux expositions universelles, organisant la première d'entre elles en 1798, puis à nouveau en 1801, 1802 et 1806 sous Napoléon Ier. L'État français transforme en effet les foires – qui sous l'Ancien Régime étaient des marchés ouverts légalement autorisés – en un moyen d'orienter production et consommation selon des voies officiellement désignées dans un marché désormais libéralisé. De concert avec le passage de la République à l'Empire, ces foires quittent les cabanes temporaires sur le Champ-de-Mars pour s'installer au palais du Louvre au centre de la ville, qui héberge aussi annuellement le Salon des beaux-arts[1]. Ces expositions participent d'une politique de croissance plus large qui inclut les collections du musée du CNAM[2]. À la différence de la RSA, qui récompense la baisse de prix et l'accroissement de la production, le gouvernement français décerne spécifiquement des prix pour des améliorations de la qualité du produit, considérées comme un avantage compétitif clé de la France[3].

Ajustements dans la première moitié du XIXe siècle (1815-1849)

Ceux qui étaient impliqués dans les musées et les expositions à Paris et à Londres ont du mal à adapter leurs projets au contexte des guerres napoléoniennes. Grâce au soutien public à la science et à une acceptation populaire du changement technologique, les hommes de science peuvent donner une coloration patriotique à leurs ambitions professionnelles. Un tel soutien les met au défi de développer de nouveaux moyens d'éduquer un public de classe moyenne et de classe ouvrière. En dehors de Berlin, où ce sont les musées d'art, et non ceux d'histoire naturelle, qui dominent le nouveau développement de l'île aux Musées, un changement technologique rapide et déconnecté exige une réforme des musées et des expositions existantes : ceux-ci doivent devenir un moyen de contrôler et d'intégrer l'industrialisation. Au milieu des années 1840, alors que le marasme économique et social se prolonge, les élites se tournent vers les expositions industrielles et y voient progressivement le moyen le plus souple de réunir tous ces facteurs en une nouvelle configuration. Le changement d'orientation advient à Paris avec l'Exposition industrielle

1. Hafter 1984 (p. 317-318).
2. Fontanon 1992 (p. 18-20).
3. Le Normand et Moléon 1824 (vol. 1, p. 34-41).

de 1844, suivie de Londres où la RSA, s'étant réinventée avec le soutien du prince consort Albert, présente la Grande Exposition en 1851.

La monarchie de Juillet, libérale, finance un nouveau bâtiment immense pour le Muséum, dans le cadre des efforts consentis par la France pour régénérer son prestige national et sa prospérité. La nouvelle structure conçue par Rohault de Fleury devient un symbole idéologiquement chargé d'un ordre social et naturel conjoint[1]. À l'intérieur du Muséum, les professeurs poursuivent leurs travaux théoriques et pratiques, de Georges Cuvier et Geoffroy Saint-Hilaire sur l'évolution (et, partant, sur l'ordre politique) au chimiste Michel-Eugène Chevreul et sa recherche directement liée à l'amélioration des produits et des processus de fabrication bénéfiques à l'industrie française. Le personnel du Muséum est d'abord et avant tout dévoué à former une classe de scientifiques professionnels français. Des cours sont proposés aux étudiants venant des Écoles de médecine et de pharmacie voisines. Les femmes peuvent également bénéficier de cours d'illustration scientifique. De plus, les scientifiques les plus éminents consacrent des moyens importants pour familiariser le public à la science française à travers des conférences destinées à des audiences importantes composées de Parisiens riches ou de la classe moyenne, et des touristes étrangers[2].

Il se révèle néanmoins difficile de démocratiser la science au sein du Muséum. Malgré un engagement de principe à l'éducation du public, à partir des années 1820 le personnel commence à craindre que le Jardin ne soit menacé par le nombre croissant de visiteurs désinvoltes des classes moyenne inférieure et ouvrière. Deux ponts enjambant la Seine relient en effet le Muséum aux quartiers populaires de la rive droite, et les adeptes de la foire aux chevaux et de celle de la Halle aux vins (qui sont avoisinantes) aiment venir s'échouer dans les jardins. La Ménagerie (déplacée depuis Versailles) est particulièrement populaire et c'est justement là que Frédéric Cuvier (1773-1838), dans une tentative de redorer le blason de celle-ci, inaugure la recherche sur la physiologie animale[3].

Sur l'autre rive de la Seine, les directeurs du CNAM, en cherchant à maîtriser les demandes coûteuses et souvent frustrantes de l'éducation vocationnelle dictées par un changement technologique continuel, altèrent les utilisations des collections du musée. Les réformes de 1819 sous l'égide de Charles Dupin (1784-1873) éloignent le Conservatoire de la formation vocationnelle basée sur les collections et le rapprochent d'une

1. Outram 1980 (p. 27-43), Burkhardt 2007 (p. 675-694).
2. Fox 2012 (p. 17-24 et 148-249).
3. Burkhardt 2007 (p. 688-690).

recherche fondée sur les mathématiques et sur l'enseignement, sur l'usage de modèles et d'illustrations plutôt que de machines grandeur nature pour étudier les lois cinétiques, l'échange de chaleur et autres processus chimiques. Obnubilé par l'industrialisation britannique et ancien élève de l'École polytechnique formé en mathématiques par Monge, Dupin impose l'approche des écoles d'ingénieurs à la recherche et à l'enseignement au CNAM. Un tel changement tend à ignorer le musée, mais continue cependant de faire usage de ses collections[1].

À côté de l'éducation professionnelle, Dupin cherche à attirer un public plus large, utilise des modèles dans des conférences publiques gratuites inspirées des méthodes pédagogiques conçues par le savant et orientaliste écossais John Anderson (1726-1796), pour l'université, qu'il légua à sa mort à la ville de Glasgow[2]. Avec un renouvellement urbain bourgeonnant dans le Paris des années 1830, ces cours rencontrent un grand succès, attirant la classe moyenne de toute la ville, ainsi que des étudiants ambitieux de l'École polytechnique. Y participent aussi des membres de la classe ouvrière croissante du quartier du CNAM.

Pendant les moments d'agitation populaire qui secouent Paris – particulièrement ce quartier-là – et en réponse à la fondation de l'École centrale des arts et manufactures non loin, Dupin tente de revitaliser le musée et d'offrir une formation pratique aux ouvriers qualifiés pour l'industrie. Il faut cependant attendre la révolution de 1848 et les ateliers nationaux – établis à Paris pour surmonter les crises successives de chômage – pour que le président de la nouvelle République, Louis-Napoléon, décide de restructurer le musée et de revitaliser ses collections. Avec l'aide de Dupin, il forge une collaboration entre science et éducation industrielle dans un monde où les marchés, la manufacture et la société elle-même changent rapidement[3].

À Londres, on trouve également des témoignages d'efforts destinés à rendre la science plus socialement inclusive au British Museum, bien qu'une réforme soit alors difficile dans cette société britannique décentralisée et socialement stratifiée. Les scientifiques doivent en effet contester la gouvernance du British Museum de l'intérieur, tout en cherchant des soutiens extérieurs influents. En face d'eux se dressent le comité des conservateurs qui privilégie une vision dilettante de la collection, et le directeur de la bibliothèque, Anthony Panizzi[4].

1. Fox 1974 (p. 23-38).
2. Boutry *et al.* 1970 (p. 19-35), Edmonson 1987 (p. 59), Christen et Vatin 2009 (p. 104-105).
3. Fox 1974 (p. 34).
4. Robertson 2004 (p. 3-4 et 12).

Le nouveau bâtiment du British Museum – construit sur le site originel de Bloomsbury entre 1827 et 1857 – exprime bien les difficultés auxquelles les hommes de science doivent faire face. Sa façade classique rappelle que la Grande-Bretagne descend directement des grandes civilisations antiques et donc qu'il est légitime qu'elle conserve le savoir universel pour toute l'humanité, mais on y marginalise les collections scientifiques. Le bâtiment est essentiellement composé de la bibliothèque, de la salle de lecture, et des antiquités, et seules deux ailes au deuxième étage sont consacrées à l'histoire naturelle.

Vers la fin des années 1830, Robert Edmund Grant – qui connaît bien le Muséum d'histoire naturelle parisien – cherche des soutiens à la recherche au British Museum, avec pour objectif de déplacer les collections d'histoire naturelle dans un musée qui leur serait propre. D'autres prônent la création d'un journal et recommandent de cataloguer les collections d'histoire naturelle et de publier un inventaire et un guide de la galerie. Bien qu'en 1854 le Parlement lance une enquête portant sur l'intérêt général du musée, la législation qui en découle n'atteint pas les objectifs visés par Grant.

Comment les musées doivent-ils servir l'intérêt national et le public ? Il n'existe pas de consensus sur la question. Pendant ces trois décennies, Paris et Londres sont les lieux d'efforts inégaux et discontinus pour rendre les collections croissantes des musées utiles aux spécialistes et au grand public. À Paris, les intérêts professionnels et l'éducation publique bénéficient d'un soutien officiel, mais les liens entre la recherche effectuée dans les musées et l'industrie d'une part, et les collections et la formation technique d'autre part, demeurent incomplets et sporadiques. À Londres, privés d'un tel soutien officiel, les musées ne servent que de manière limitée à faire avancer la recherche et l'éducation nationale, et à Berlin encore moins.

De plus, à Paris comme à Londres, les expositions industrielles se révèlent plus efficaces que les musées pour rassembler les objets afin d'encourager l'innovation scientifique et l'éducation du public. En effet, leurs organisateurs réussissent à bâtir des liens solides dans un milieu urbain entre sciences, industrie et commerce. Le ministre français du Commerce développe ces réseaux par le biais d'un Comité central pour organiser les expositions industrielles nationales dans la capitale tous les cinq ans à partir de 1819[1]. Un système de sous-comités (composés d'administrateurs, de fonctionnaires locaux, d'industriels, d'hommes d'affaires et d'universitaires dans chaque département) est chargé de

1. Le Normand et Moléon 1824 (vol. 1, p. ii-iii).

recommander les lauréats potentiels. Charles Dupin, commissionnaire général pour ces expositions de 1820 aux années 1840, a une grande influence dans la mise en place des catégories générales et des critères de sélection, les alignant avec sa politique conduite au CNAM. On continue d'insister sur le perfectionnement de l'activité industrielle, ce qui inclut le soutien aux recherches scientifiques prometteuses. Les organisateurs encouragent notamment toute innovation portant sur la construction de la machine à vapeur et son utilisation ; la chimie des céramiques ; la teinture, le blanchissement et le tissage de textiles ; et sur la conception des arts appliqués. Les modèles, machines, conceptions, plans et articles de recherche lauréats doivent en dernier lieu intégrer les collections du CNAM. Les travailleurs, bien que peu nombreux et absents de la liste des exposants, reçoivent également des médailles.

Ces expositions quinquennales françaises s'avèrent des vecteurs de changement d'une efficacité croissante. Ces événements œuvrent tellement pour forger la perception qu'ont les classes moyennes du progrès scientifique que la croissance régulière de leur popularité exige de meilleurs locaux. Les organisateurs les déménagent d'abord au palais du Louvre, puis sur la place de la Concorde. Finalement, l'Exposition industrielle de 1844 se tient dans un bâtiment sur les Champs-Élysées (puis intégré au jardin des Tuileries) spécialement agrandi et rénové pour l'occasion, alliant enfin explicitement succès de l'exposition et modernisation du cadre urbain.

Contrairement au Paris des décennies postnapoléoniennes, la fortune des expositions annuelles de la RSA à Londres décroît. Elle n'est revigorée que par de brusques changements sociaux et technologiques, qui forcent ses membres à réorganiser la RSA. Tandis que des réformes libérales ouvrent le marché, des hommes influents (dont des membres de la Royal Society, du Parlement et de la Compagnie britannique des Indes orientales, des propriétaires terriens, des scientifiques et des fonctionnaires) donnent une seconde vie à la RSA et un ton patriotique à son programme progressiste d'expositions. À partir de 1839, le nombre et le montant des prix augmentent, encourageant ainsi les innovations en mécanique, en systèmes d'économie de main-d'œuvre et en produits manufacturés. Les soumissions sont exposées et cataloguées selon un système copié de celui des Français[1].

L'élection du prince consort à la présidence de la RSA en 1843 apporte l'argent, le statut et le soutien politique nécessaires pour donner un vrai élan aux expositions. Avec le soutien du prince, l'inventeur Henry Cole,

1. Hobhouse 2002 (p. 1-4).

l'agent immobilier Francis Fuller et l'ingénieur John Scott Russell, très conscients de la concurrence française, entreprennent énergiquement de revitaliser les expositions. Conséquemment au succès croissant des expositions de la RSA (celle de 1847 attire 20 000 visiteurs) et à l'allocation d'une Charte royale en 1850, le groupe commence à prévoir une grande exposition nationale pour 1851, calquée sur le modèle français et financée par le gouvernement[1].

1849-1914 : Expositions, musées et nouvelle synergie urbaine

1848 est une année charnière pour la science nationale et les expositions. À la suite de la Révolution en France et des manifestations à Londres qui mettent les classes ouvrières sur le devant de la scène politique nationale, les organisateurs des expositions repensent celles-ci afin de réorganiser l'idée de progrès sur une base socialement inclusive et internationale. Ils brassent la vision de prospérité du XVIII^e^ siècle avec les aspirations spirituelles et nationalistes du XIX^e^. Ils utilisent également les expositions pour réaliser des développements institutionnels, administratifs et urbains qui incorporent la science à la vie sociale.

Le tournant s'exprime véritablement lors de l'exposition nationale industrielle française de 1849, archétype de la Grande Exposition de 1851 à Londres. Première exposition à être tenue sous Louis-Napoléon, alors fraîchement élu président de la Deuxième République, elle incarne bien son objectif : incorporer la puissance industrielle française dans un vaste réseau global centré sur Paris en y incluant les classes ouvrières. Elle reflète aussi de nouveaux programmes, alliances et visions pour la France, qui étendent la portée de l'activité scientifique. Le nombre de prix augmente significativement et l'agriculture est incluse en tant que catégorie spéciale pour la production industrielle et la recherche scientifique. De plus, un prix d'entrée modeste permet désormais la contribution d'ouvriers. L'espace important dédié à l'Algérie (alors récemment devenue un département français) témoigne des ambitions de la Deuxième République d'étendre la portée de sa modernisation au-delà du continent. Le lieu de l'exposition, juste à côté des Champs-Élysées, sert d'impulsion au développement urbain. De plus, l'exposition est organisée comme un projet de travaux publics pour stimuler l'industrie du bâtiment à Paris

1. *Ibid.* (p. 3-4).

et fournir des occupations physiques aux révolutionnaires récents[1]. Parallèlement, Louis-Napoléon entreprend de réformer le CNAM pour stimuler l'activité scientifique et promouvoir l'inclusion sociale. Non content des inventions et idées gagnantes qui finissent dans les collections du musée, il ordonne l'inspection des collections et la publication d'un nouveau catalogue.

La science acquiert alors en France un sens plus noble, qui reste cependant controversé comme le démontrent les cérémonies d'ouverture communes au Palais de justice et à la Sainte-Chapelle, en plein cœur de la ville. Au Palais, Dupin souligne au nom de l'État les effets positifs des découvertes scientifiques sur l'industrie française, alors que le discours éloquent du prince-président rappelle que tout le monde, y compris les travailleurs, peut désormais profiter de ses propres innovations. En contraste, à la Sainte-Chapelle, le sermon de l'archevêque de Paris présente Jésus comme l'ancêtre des contributions sacrificielles des ouvriers au progrès humain. Faisant remonter l'origine de la grandeur scientifique aux moines médiévaux, il célèbre les inspirations plutôt morales que matérielles du progrès[2].

La même année, Henry Cole et d'autres membres importants de la RSA visitent Paris dans l'espoir de trouver des idées pour leur premier événement national, et entreprennent d'imiter – et de concurrencer – les Français pour la planification de la massive *Great Exhibition of the Works of Industry of All Nations*, prévue à Hyde Park en 1851[3]. Celle-ci sera finalement hébergée au Crystal Palace, prouesse d'ingénierie en préfabriqué et icône des découvertes scientifiques et technologiques britanniques et de son statut international. C'est la plus grande exposition industrielle jamais tenue, mettant en scène toute la production inventive de la Grande-Bretagne, de ses colonies et de ses dépendances, ainsi que celles de quarante-quatre États étrangers. Sans doute inspirés par le musée du CNAM, les organisateurs y incluent des machines en mouvement. Les instruments scientifiques reçoivent une reconnaissance particulière dans la classe X (désignation générale pour « les instruments et processus philosophiques en fonction de leur usage »), aux côtés notamment des télégraphes électriques, microscopes, pompes à air, baromètres et instruments d'horlogerie et de chirurgie[4].

La Grande Exposition, ouverte au grand public, marque l'esprit de millions de visiteurs. Et, comme à Paris, ses organisateurs lui donnent

1. *Exposition* 1849 (vol. I, p. XLI-XLII).
2. *Ibid.* (vol. I, p. XXXVI-XXXVII).
3. Hobhouse 2002 (p. 3-4).
4. Forgan 1980.

un sens nationaliste et religieux. Il demeure toutefois des différences importantes entre Paris et Londres, tenant tout d'abord à une unité de façade. En effet, c'est ensemble que le prince Albert, la reine Victoria et l'archevêque de Canterbury ouvrent l'exposition au Crystal Palace, que certains perçoivent donc comme une grande cathédrale. L'archevêque sacralise la mission capitaliste de l'exposition qui ouvre, selon lui, une nouvelle ère dans laquelle ceux qui peineront seront honorés et rémunérés. Du point de vue de l'Église anglicane, Dieu ne *mène* pas les individus à l'innovation comme à Paris, mais *stimule* les « énergies humaines » pour qu'elles « découvrent de nouvelles facultés de la nature et de ses produits, au service du bien-être de tous[1] ».

L'Exposition de 1851 accroît aussi l'enthousiasme du public pour les musées de sciences et contribue à amasser une myriade d'artefacts, de produits et d'informations qui alimentent les collections des musées. Par conséquent, le Parlement crée un ensemble national de musées de sciences, d'industrie et d'histoire naturelle pour héberger, étudier et exploiter leurs collections[2]. Le musée d'histoire naturelle (Natural History Museum) accueille ainsi des collections qui n'en finissent pas de dépérir au British Museum. Dans les décennies suivantes, cet ensemble de musées situé dans le quartier de South Kensington contribue au développement du quartier de Hyde Park, ouvrant à l'investissement le West Side de Londres, jusqu'alors pas très coté. Plus particulièrement, cet emplacement donnera un sacré coup de pouce à la science en rendant facile la collaboration entre les musées et l'Imperial College (grand établissement d'enseignement supérieur scientifique et technique) quand celui-ci est inauguré en 1907 sur un site avoisinant. Cela s'accompagne de la migration progressive de diverses sociétés scientifiques depuis le coûteux East Side. L'ouverture du métro de Londres, juste après l'Exposition de 1862, rend ce quartier beaucoup plus accessible. La Grande Exposition stimule aussi le développement du sud-est de Londres. En 1854, le financement privé du déménagement du bâtiment de l'exposition à Syndenham (doté d'une station de métro) et la décision d'en faire un musée commercial et une école donnent un aspect populaire aux découvertes scientifiques.

Les Français, eux, tirent leurs propres leçons de la Grande Exposition, organisant cinq Expositions internationales au cours des six décennies suivantes[3]. Chacune d'entre elles est plus vaste que la précédente, bénéficie

1. Strutt 2011 (p. 24 et 26).
2. Levin *et al.* 2010 (p. 99-102), Physick 1982 (*passim*), Yanni 2000 (p. 93-95 et 113-117).
3. Walton 1992.

de bâtiments aux portées symbolique et utilitariste spécialement conçus pour l'occasion, et toutes, à une exception près, sont plus grandes que celle de Londres. Elles systématisent la relation de longue date qu'entretiennent les expositions industrielles avec les musées et le développement urbain de Paris.

Pendant les années 1850 et 1860, l'empereur Napoléon III adopte la science et la technologie comme fondements du nouveau rôle dévolu à Paris : la capitale doit devenir la plaque tournante d'une nation moderne et même d'un monde moderne. Aidé d'administrateurs, d'ingénieurs et de banquiers qui partagent sa vision saint-simonienne d'un système technocratique et industrialisé, l'empereur lance des expositions à Paris en 1855 et à nouveau en 1867 alors que la ville subit des transformations à marche forcée sous son égide et celle du baron Haussmann. Simultanément, il soutient de nouveaux musées (et rénove les anciens). Même si le pacte faustien conclu entre l'empereur et l'Église catholique empêche la modernisation du système éducatif, son ministre de l'Éducation, Victor Duruy, entreprend une réforme laïque et centralisée visant à améliorer à la fois l'infrastructure et les programmes d'enseignement et de recherche scientifiques et technologiques[1].

De 1878 à 1914, à la suite de la Commune de 1871 et de la défaite de l'Empire aux mains des Prussiens, les hommes forts de la Troisième République utilisent le développement urbain, les expositions et les musées pour donner corps à leur vision démocratique et laïque du progrès. Leur vrai génie a été de trouver des synergies entre les expositions universelles et les musées, tout en se lançant dans le développement urbain. Les manifestations de 1878, 1889 et 1900 servent en effet tout à la fois de lieux pour éduquer le public et pour des échanges internationaux relatifs au progrès scientifique et technologique. Elles produisent également des collections, identifient des spécialités et accouchent de bâtiments qui deviennent ensuite des ressources pour les musées et, par extension, pour une expérience scientifique du public, alors que ces événements gigantesques occupent un espace de plus en plus large dans la ville[2].

L'histoire du musée d'Ethnographie du Trocadéro démontre bien les synergies entre les expositions et les objectifs disciplinaires et de recherche des scientifiques[3]. Son premier directeur, Ernest Hamy (1842-1908), titulaire de la chaire d'anthropologie et conservateur des collections

1. Levin *et al.* 2010 (p. 16-17).
2. *Ibid.* (p. 17 et 38-55).
3. *Ibid.* (p. 30 et 54-55).

d'anthropologie au Muséum d'histoire naturelle, amasse des objets ethnographiques de l'Exposition de 1878 au palais du Trocadéro, spécialement érigé pour l'occasion[1]. Après la fermeture de l'exposition, sa collection opportuniste lui permet de fonder un musée ethnographique en association avec le Muséum dans l'aile est du palais. Hamy y met l'accent sur l'évolution progressive de la production humaine, aidant ainsi à disséminer une vision positive du travail et des travailleurs et présentant les inventions comme mesure et moteur du changement. Les Expositions de 1889 et 1900 lui permettent à nouveau d'enrichir ses collections, tandis que le Trocadéro stimule le développement de Passy[2].

Quant au CNAM, il intègre un réseau d'instituts de recherche et d'éducation en science et en technologie qui va produire une génération républicaine de scientifiques, ingénieurs, techniciens et ouvriers qualifiés. Après le changement d'attitude de Napoléon III vis-à-vis de l'Église, le gouvernement construit de nouveaux laboratoires et salles de classe dans les instituts et les lycées (et rénove les anciens). Le CNAM bénéficie notamment d'un nouveau laboratoire de tests à destination de clients publics et privés[3]. Le musée continue de croître grâce à des acquisitions venant des expositions et d'ailleurs ; elles sont présentées sous la forme de petites expositions et démonstrations qui, en complément des laboratoires, permettent la formation d'ouvriers qualifiés et de contremaîtres à des postes industriels. En même temps, il devient un endroit hautement populaire, avec des artefacts célèbres ou impressionnants, comme des canalisations gigantesques, des machines à vapeur ou encore l'avion de Clément Ader.

À Berlin, capitale de l'Empire allemand depuis 1871, l'enthousiasme pour les musées de sciences croît grâce au ministre prussien des Affaires culturelles, qui établit le nouveau Museum für Naturkunde (musée d'Histoire naturelle), public, près de l'université en 1889. Aussi, sous l'impulsion de Rudolph Virchow (1821-1902), le musée de la Pathologie combine recherche et éducation publique à la charité. Cependant, le Kaiser refuse obstinément un soutien gouvernemental à une quelconque exposition internationale, laissant ainsi le développement et les expositions aux mains des intérêts commerciaux et industriels[4].

Berlin mis à part, l'Exposition nationale des produits de l'industrie agricole et manufacturière de Paris en 1849 et la Grande Exposition de Londres en 1851 marquent un moment charnière de l'industrialisation

1. Dias 1991.
2. *Ibid.* (p. 105-109).
3. Levin 2010 (p. 182-190 et 195).
4. *Ibid.* (p. 182-190 et 195).

de la société des deux côtés de la Manche. Pendant les cinquante prochaines années, les expositions aideront à mobiliser les changements industriels pour la cohésion sociale, à faire de la science une partie intégrante de la culture, à établir une équation entre progrès économique et soutien aux musées de sciences, enfin à entraîner un développement urbain, qui à son tour offrirait à la science une présence physique et culturelle plus importante dans les deux villes[1].

Traduit par Arjoun Raj

Références bibliographiques

Boutry Albert *et al.*, 1970, *Cent cinquante ans de haut enseignement technique au Conservatoire national des arts et métiers*, Paris, Conservatoire national des arts et métiers.

Burkhardt Richard W., Jr., 2007, « The Leopard in the Garden : Life in Close Quarters at the Muséum d'histoire naturelle », *Isis*, vol. 98, nº 4, p. 675-694.

Chambers Neil A., 2007, « The Society of Arts and Joseph Banks : A First Step in London Learned Society », *Notes and Records of the Royal Society*, vol. 61, nº 3, p. 313-325.

Christen Carole et Vatin François, 2009, *Charles Dupin (1784-1873), ingénieur, savant, économiste, pédagogue et parlementaire du Premier au Second Empire*, Rennes, Presses universitaires de Rennes.

Costaz Louis, 1819, *Rapport du Jury central sur les produits de l'industrie française présenté à S.E.M. le comte Decazes*, Paris, Imprimerie royale.

Day Charles R., 1987, *Education for the Industrial World : The École d'arts et métiers and the Rise of French Industrial Engineering*, Cambridge (MA), MIT Press.

Dias Nelia, 1991, *Le Musée d'ethnographie du Trocadéro (1878-1908). Anthropologie et muséologie en France*, Paris, Éd. du CNRS.

Diderot Denis, Alembert Jean Le Rond d' et Mouchon Pierre, 1751-1780, *Encyclopédie, ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*, Paris, Briasson, 28 vol.

Dierig Sven, Lachmund Jens et Mendelsohn Andrew (dir.), 2003, « Science and the City », dossier thématique d'*Osiris*, vol. 18, Chicago (IL), University of Chicago Press.

Edmonson James M., 1987, *From « Mécanicien » to « Ingénieur » : Technical Education and the Machine Building Industry in Nineteenth-Century France*, New York, Garland.

Exposition nationale des produits de l'industrie agricole et manufacturière (1849). Catalogue officiel, 1849, Paris, P. Dupont.

Fontanon Claudine, 1992, « Les origines du Conservatoire national des arts et métiers et son fonctionnement à l'époque révolutionnaire (1750-1815) », *Les Cahiers d'histoire du CNAM*, nº 1, p. 17-44.

Forgan Sophie, 1980, « A Compendium of Victorian Culture », *Nature*, vol. 403, nº 6770, p. 596.

– 1994, « The Architecture of Display : Museums, Universities and Objects in Nineteenth-Century Britain », *History of Science*, vol. 32, nº 96, p. 139-162.

1. Yanni 2000.

Fox Celina, 2003, « *Utile et Dulce* : Applying Knowledge at the Society for the Encouragement of Arts, Manufactures and Commerce », *in* Robert Anderson, Marjorie L. Caygill, Arthur G. MacGregor et Luke Syson (dir.), *Enlightening the British*, Londres, British Museum Press, p. 62-67.

Fox Robert, 1974, « Education for a New Age : The Conservatoire des arts et métiers (1815-1830) », *in* Donald Stephen Cardwell, *Artisan to Graduate : Essays to Commemorate the Foundation in 1824 of the Manchester Mechanics' Institution*, Manchester, Manchester University Press, p. 23-38.

– 2012, *The Savant and the State : Science and Cultural Politics in Nineteenth-Century France*, Baltimore (MD), Johns Hopkins University Press.

Gunther Albert Edward, 1979, « The Royal Society and the Foundation of the British Museum (1753-1781) », *Notes and Records of the Royal Society of London*, vol. 33, nº 2, p. 207-216.

Hafter Daryl M., 1984, « The Business of Invention in the Paris Industrial Exposition of 1806 », *Business History Review*, vol. 58, nº 3, p. 317-335.

Hamy Ernest-Théodore, 1890, *Les Origines du musée d'Ethnographie*, Paris, Leroux.

Hobhouse Hermione, 2002, *A History of the Royal Commission for the Exhibition of 1851*, Londres et New York, Athlone Press.

Hudson Derek et Luckhurst Kenneth W., 1954, *The Royal Society of Arts (1754-1945)*, Londres, John Murray.

Knight David, 2006, *Public Understanding of Science : A History of Communicating Scientific Ideas*, Londres et New York, Routledge.

Lee Paula Young, 2007, « The Social Architect and the Myopic Mason : The Spatial Politics of the Muséum d'histoire naturelle in Nineteenth-Century Paris », *Science in Context*, vol. 20, nº 4, p. 601-625.

Le Normand Louis-Sébastien et Moléon Jean-Gabriel-Victor de, 1824, *Description des Expositions des produits de l'industrie française, faites à Paris depuis leur origine jusqu'à celle de 1819 inclusivement*, Paris, Bachelier, 4 vol.

Levin Miriam R., 1992, « The City as a Museum of Technology », *in* Brigitte Schroeder-Gudehus (dir.), *Industrial Society and Its Museums (1890-1990) : Social Aspirations and Cultural Politics*, Philadelphie (PA), Harwood Academic Press, p. 27-36.

– *et al.*, 2010, *Urban Modernity : Cultural Innovation in the Second Industrial Revolution*, Cambridge (MA), MIT Press.

Llobera Josep R., 1994, *The God of Modernity : The Development of Nationalism in Western Europe*, Oxford, Berg.

Mitchell Ian, 2007, « The Changing Role of Fairs in the Long Eighteenth Century : Evidence from the North Midlands », *The Economic History Review*, vol. 60, nº 3, p. 545-573.

Outram Dorinda, 1980, « Politics and Vocation : French Science (1793-1830) », *The British Journal for the History of Science*, vol. 13, nº 1, p. 27-43.

Physick John, 1982, *The Victoria and Albert Museum : The History of Its Building*, Oxford, Phaidon-Christie's.

Picard Alfred, 1891, *Exposition universelle internationale de 1889 à Paris*, Paris, Imprimerie nationale, 10 vol.

– 1906, *Le Bilan d'un siècle*, Paris, H. Le Soudier.

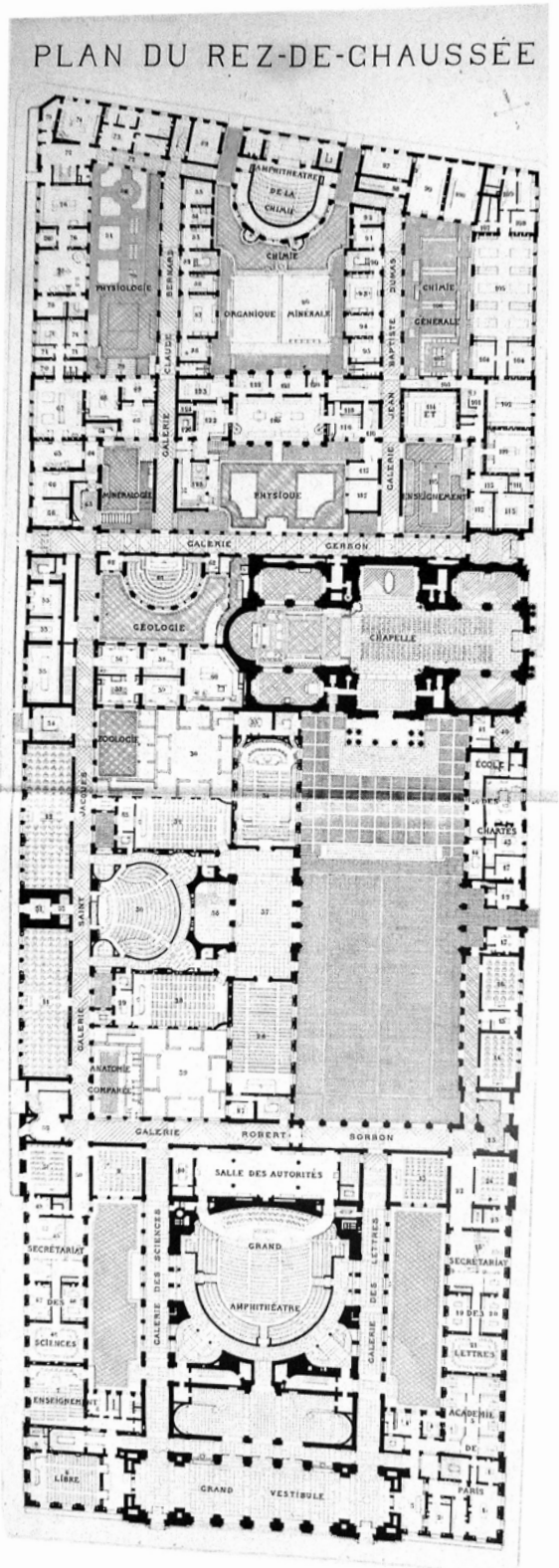
Robertson Bruce, 2004, « The South Kensington Museum in Context », *Museum and Society*, vol. 2, nº 1, p. 1-14.

STRUTT Jacob George (dir.), 2011, *History and Description of the Crystal Palace and Exhibition of the World's Industries in 1851*, Cambridge, Cambridge University Press, reprint, vol. 1.

WALTON Whitney, 1992, *France at the Crystal Palace : Bourgeois Taste and Artisan Manufacture in the Nineteenth Century*, Berkeley (CA), University of California Press.

WILSON David M., 2002, *The British Museum : A History*, Londres, British Museum Press.

YANNI Carla, 2000, *Nature's Museums : Victorian Science and the Architecture of Display*, Baltimore (MD), Johns Hopkins University Press.


PLAN DU REZ-DE-CHAUSSÉE
AMPHITHÉATRE DE LA CHIMIE
CHIMIE
PHYSIOLOGIE
CLAUDE BERNARD
ORGANIQUE
MINÉRALE
DUMAS
CHIMIE GÉNÉRALE
JEAN BAPTISTE
GALERIE
MINÉRALOGIE
PHYSIQUE
ENSEIGNEMENT
GALERIE GERSON
GÉOLOGIE
CHAPELLE
ZOOLOGIE
ÉCOLE
CHARTES
GALERIE SAINT JACQUES
ANATOMIE COMPARÉE
GALERIE ROBERT-SORBON
SALLE DES AUTORITÉS
SECRÉTARIAT DES SCIENCES
GRAND AMPHITHÉATRE
GALERIE DES SCIENCES
GALERIE DES LETTRES
SECRÉTARIAT DES LETTRES
ENSEIGNEMENT LIBRE
ACADÉMIE DE PARIS
GRAND VESTIBULE

4 Partages politiques des savoirs. Lettres *versus* sciences, *Geisteswissenschaften* versus *Naturwissenschaften*

WOLF FEUERHAHN

Pris entre deux temps, celui auquel il appartient et celui dont il souhaite relater et expliquer les dynamiques singulières, l'historien voit sa curiosité éveillée lorsqu'un débat ancien fait écho à des faits récents. Qui feuillette aujourd'hui les *Mélanges littéraires, politiques et philosophiques* publiés par Louis de Bonald en 1819 expérimente ce type de concordance des temps. Dans un article intitulé « Sur la guerre des sciences et des lettres », Bonald y décrivait les rapports entre les savoirs comme un véritable champ de bataille. En ce début de XXI^e^ siècle, l'expression n'est pas sans rappeler un fameux numéro de la revue *Social Text* intitulé « Science Wars » (1996). Ce volume avait été conçu par des promoteurs des *cultural studies* de l'université de Duke (États-Unis) en réponse à un pamphlet du biologiste Paul R. Gross et du mathématicien Norman Levitt. Intitulé *Higher Superstition : The Academic Left and Its Quarrels with Science* (1994), le livre de Gross et Levitt accusait toute une série d'universitaires d'avoir sacrifié la rigueur scientifique et la recherche de l'objectivité à leurs engagements politiques de gauche, à leur lutte contre le racisme et le sexisme. Mais si le volume « Science Wars » est resté célèbre, c'est parce que le physicien Alan Sokal réussit à y publier un canular intitulé « Transgressing the Boundaries : Toward a Transformative Hermeneutics of Quantum Gravity » qui, sous couvert de montrer la fécondité des développements les plus récents de la physique pour une science postmoderne libératrice, souhaitait ridiculiser les absurdités des *cultural* et *sciences studies* contemporaines. Les multiples

◀ Plan du rez-de-chaussée de la nouvelle Sorbonne. La façade principale est couronnée de frontons avec sculptures représentant, à gauche, les Sciences par Antonin Mercié (1845-1916) ; à droite, les Lettres par Henri Chapu (1833-1891).

réactions à ce canular donnèrent naissance à une véritable « affaire Sokal ». Il n'est pas question ici de tracer une ligne généalogique continue de Bonald à Sokal qui écraserait la singularité des contextes et nierait l'existence de projets antidualistes, mais de remarquer que ces questions de partage des savoirs sont au moins autant politiques qu'épistémologiques.

Dès avant cette controverse, l'historien et sociologue des sciences Wolf Lepenies s'est d'ailleurs emparé de l'expression de Bonald pour décrire l'ordre des savoirs qui caractériserait les deux siècles qui se sont écoulés depuis[1]. Son constat est celui d'un divorce au long cours entre la littérature et les sciences (*Entliterarisierung*), et de l'émergence d'une concurrence entre ce qui alors prend, selon lui, la forme de disciplines[2]. Dans ce cadre, Lepenies érige le diagnostic posé en 1956 par le physicien et écrivain Charles Percy Snow selon lequel le monde intellectuel contemporain serait marqué par l'hostilité entre « deux cultures » (*two cultures*) – celle des *scientists* et celle des *literary intellectuals*[3] – en jalon de cette histoire biséculaire. Lepenies complexifie ce modèle en faisant de la sociologie, prise entre science et littérature, une troisième culture[4].

Or le panorama qu'il présente est hanté par l'histoire politique contemporaine de l'Allemagne et plus généralement par le spectre des totalitarismes. À la manière des critiques du communisme d'État, Wolf Lepenies rejette « l'expulsion des sentiments hors des sciences sociales […] au nom d'une raison arrogante » et attribue à ce titre une « lucidité » à Bonald. Inversement, il dénonce ses excès et s'en prend plus généralement au « culte de l'irrationnel » de ceux qui, critiquant les Lumières, se sont, selon lui, compromis avec les fascismes[5]. Il s'autodéfinit de ce fait comme un promoteur de « Lumières modestes[6] ». Le travail historique de Lepenies témoigne de l'usage historiographique de catégories indigènes et du glissement toujours possible entre le registre de l'historien et celui des acteurs qu'il étudie. Surtout, il montre que, à l'instar de ses sources – Bonald, Snow – et de Sokal plus tard, la question des partages des savoirs est indissociablement épistémologique et politique. Ce point n'est pourtant presque jamais explicité. Le plus souvent, ces opérations sont réduites à des questions purement épistémologiques. L'objectif est

1. Lepenies 1986 et 1987.
2. Pour une discussion très fine de l'existence de « disciplines » au XIX^e siècle, voir Blanckaert 2006 et 2012.
3. Snow 1959 (p. 4). Pour la contextualisation par Lepenies de la conférence initiale et de la controverse avec F.R. Leavis qui s'ensuivit, voir Lepenies 1997 (p. 151-154).
4. Lepenies 1990.
5. Lepenies 1987 (p. 16-17). Voir aussi Lepenies 2007.
6. Lepenies 1987 (p. 17).

ici au contraire de rappeler le lien étroit entre ces questions et des choix politiques très situés.

Plutôt que de viser à l'exhaustivité, on se focalisera ici sur deux moments clés – en France et dans les territoires de langue allemande – qui présentent un double intérêt. Des slogans dualistes s'y cristallisèrent sous la forme d'institutions et eurent de ce fait la vie longue. Par ailleurs, mobilisés bien au-delà de leurs contextes d'émergence, ils jouèrent un rôle à une échelle beaucoup plus large.

Les lettres contre les sciences : la guerre civile sublimée

Le texte est bref, son titre claque et la description est sans appel. Dans « Sur la guerre des sciences et des lettres », Bonald présente un paysage où les domaines de l'esprit sont érigés en bataillons et où l'hostilité règne en maître :

> On aperçoit depuis quelque temps des symptômes de mésintelligence entre la république des sciences et celle des lettres.
> Ces deux puissances limitrophes, long-temps alliées […] commencent à se diviser aujourd'hui que l'ignorance n'est plus à craindre, et que tout le monde est savant ou lettré. […] Les sciences accusent les lettres d'être jalouses de leurs progrès. Les lettres reprochent aux sciences de la hauteur et une ambition démesurée […].
> Les sciences morales, qui ont long-temps régné sur les sciences et sur les lettres, quoique amies de la paix, ne peuvent rien pour la maintenir, depuis que la philosophie a envahi ou ravagé leurs plus beaux domaines, la politique et la théologie, et qu'elle fait journellement des courses même sur la morale. Repoussées par les sciences exactes, dédaignées par les lettres frivoles, elles sont hors d'état de faire respecter leur médiation ou leur neutralité, et subiront la loi du vainqueur. Mais comme elles ont tout à craindre des sciences, dures et orgueilleuses, leurs vœux secrets seront pour les lettres, plus humaines et plus généreuses, et qui n'ont pas perdu tout souvenir de leur ancienne et étroite alliance avec les sciences morales.
> Si la guerre éclate, les lettres entreront en campagne avec l'orgueil qu'inspire le souvenir d'une ancienne gloire ; les sciences, avec la confiance que donnent des succès récents. Celles-ci ont depuis quelques années réuni à leurs vastes domaines la chimie et la physiologie, toutes deux d'humeur guerrière, et qui brûlent de se signaler. La situation militaire des lettres n'est pas, à beaucoup près, si avantageuse. La tragédie et la haute comédie, qui faisoient leurs principales forces, ont essuyé depuis peu de rudes échecs ; le poème épique est tombé… dans la prose, et l'histoire n'a guère paru en première ligne de notre armée littéraire. […] Les arts, peuple paisible, placés sur les confins

> des deux États, prendront parti suivant leurs inclinations et leurs intérêts. Les arts *libéraux* se rangeront du côté des lettres. Les arts mécaniques, les *arts et métiers*, déjà enrégimentés avec les sciences dans l'Encyclopédie, marcheront sous leurs drapeaux [...]. Tout annonce donc la chute prochaine de la république des lettres, et la domination universelle des sciences *exactes* et *naturelles*[1].

La description annonce une défaite des lettres présentée comme une rupture historique. À l'alliance séculaire des sciences et des lettres contre l'ignorance succéderait le triomphe des sciences auxquelles nul domaine, pas même ceux de la théologie ou de la morale, ne pourrait résister. Même si c'est pour appeler ses contemporains à la résistance, Bonald adopte ici un ton prophétique.

Mais de la formulation d'un slogan à l'institutionnalisation d'une opposition épistémologique il est un pas dont il faut rappeler les conditions qui le rendirent possible.

Sciences *versus* lettres : une opinion contre-révolutionnaire devenue institution

Bonald a très certainement rédigé l'article publié en 1819 dans la foulée d'un autre (« Des sciences, des lettres et des arts ») paru dans le *Mercure de France* en mai 1807. Publier dans cette revue n'était pas anodin. Le *Mercure de France* fait partie, avec le *Journal des débats*, des périodiques fondés par des émigrés hostiles à la Révolution juste après le coup d'État du 18 Brumaire[2]. Dès les premiers numéros, Louis de Fontanes et Chateaubriand y avaient dénoncé le culte des sciences et des techniques et plus généralement toute pensée du progrès. La morale, les arts et la politique, se fondant sur les passions humaines considérées comme éternelles, ne sauraient relever des sciences sous peine de perdre leur valeur. Pour, selon leur rhétorique, ne pas violer le mystère de l'âme ni dessécher les élans du cœur, ils redéfinissaient les lettres en opposition avec les sciences[3]. Louis de Bonald, qui collaborait activement au *Mercure de France* depuis son lancement, reprenait ainsi un schème de pensée récurrent dans la revue et auquel la parution, juste après le Concordat (1801), du *Génie du christianisme* (1802), véritable best-seller de Chateaubriand, avait donné une très large audience.

1. Bonald 1819*b* (p. 305-310) (orthographe d'origine).
2. Cf. Gengembre *in* Bonald 2010 (p. 8, n. 5).
3. Heilbron 2006 (p. 212-213). Voir aussi plus généralement Schandeler 2008, Sigrist 2008.

Bonald faisait d'un XVIII^e siècle personnifié et honni le responsable de la réduction des « sciences » aux seules « sciences physiques[1] » et d'une inversion de la hiérarchie des savoirs.

Son propre programme s'érigeait contre cette tendance : « Si l'on rend aux mots leur véritable signification, et que l'on distingue toutes nos connaissances en sciences morales et en sciences physiques, toute incertitude cesse, et un homme sensé ne peut pas hésiter sur la préférence qui est due aux sciences morales[2]. » Il y avait plus de sagesse. L'« ancienne et étroite alliance [des lettres] avec les sciences morales[3] », elles-mêmes « renfermées dans la science du christianisme », était présentée comme un idéal à rétablir. C'était d'autant plus urgent qu'il en allait de la « conservation de la société » pour qu'on « ne retombât [pas] dans un chaos moral et politique, dont notre révolution nous a donné l'idée et fourni l'exemple[4] ».

L'arbre des savoirs avait ainsi des racines politiques. Pour Bonald, affirmer le primat des sciences sur les lettres revenait à maintenir l'anarchie qui, selon lui, dominait la France depuis 1789. Seule une nouvelle alliance entre lettres et sciences morales pourrait mettre un terme à la Révolution. En valorisant en outre les « sciences morales » au pluriel, dans lesquelles il regroupait la théologie, la morale, la politique, la jurisprudence et l'histoire[5], Bonald s'inscrivait dans la lutte menée contre la « science de l'homme » au singulier des défenseurs de l'Idéologie, Destutt de Tracy et Cabanis[6].

Forgé par Destutt de Tracy dans son *Mémoire sur la faculté de penser* prononcé en 1796 et publié en 1798[7], pour éviter ceux de « métaphysique » et de « psychologie » qui supposaient la recherche de causes premières ou l'existence de l'âme, le terme d'« Idéologie » désignait la science dédiée à l'analyse des sensations et des idées[8]. Provocateurs, ses promoteurs proclamaient : « l'Idéologie est une partie de la Zoologie[9] » ; même si l'homme présentait la spécificité de déployer davantage ses facultés intellectuelles que l'animal, il n'en restait pas moins que « le physique et le moral se confondent à leur source[10] ». Surtout, l'Idéologie n'était pas

1. Bonald 2010 (p. 239). Sur la personnification des siècles à cette époque : Chappey 2002, Zékian 2011 et 2012.
2. Bonald 2010 (p. 246).
3. Bonald 1819*b* (p. 306).
4. Bonald 2010 (p. 253).
5. *Ibid.* (p. 240).
6. Sur le label de « science de l'homme » : Chappey 2006. Sur le rejet de la « science de l'homme » par Bonald : Zékian 2013 (p. 60). Pour une sémantique historique transnationale de ces vocables : Feuerhahn 2015*b*.
7. Destutt de Tracy 1798 (p. 322-325).
8. Dierse 1982 (p. 133, n. 19), Chappey 2001 (p. 73, n. 43).
9. Destutt de Tracy 1801 (p. 1).
10. Cabanis 1802 (t. 1, p. 93).

seulement une théorie de la connaissance, mais aussi une philosophie politique. Après la Terreur, ses défenseurs souhaitaient réformer la société et conféraient, pour ce faire, un rôle central aux savants et à la science. Leur programme était résumé dans une métaphore, celle de l'« Encyclopédie vivante », chargée de souligner l'unité des sciences[1]. Il s'inscrivait dans le cadre des lois républicaines qui, dès 1795, avaient institué l'éphémère École normale dite de l'an III dévolue à la formation des professeurs ainsi que les écoles centrales chargées d'instruire les élèves de 12 à 18 ans. Ils occupaient aussi une place centrale au sein de la classe des sciences morales et politiques de l'Institut national des sciences et des arts fondé au même moment pour remplacer les Académies d'Ancien Régime.

Bien qu'ayant soutenu le coup d'État du 18 Brumaire, ils furent rapidement victimes de la politique du Premier Consul. Au sein du Conseil de l'instruction publique, Destutt de Tracy tenta de défendre le programme des écoles centrales qu'il pensait conforme à la nature de l'homme et s'opposa à ceux qui souhaitaient redonner une place cardinale au latin, aux lettres et se soumettre à l'autorité de l'Église. Mais il n'obtint pas gain de cause et le Conseil fut supprimé dès la fin de l'année 1800. Attachés au régime représentatif, les promoteurs de l'Idéologie apparaissaient à Bonaparte comme une menace à son autorité. À l'occasion du renouvellement des Assemblées le 18 mars 1802, il les fit exclure. Le 1er mai 1802, la loi scolaire supprima les écoles centrales et les remplaça par les lycées et les écoles secondaires. L'un des rapporteurs de la loi, Pierre-Louis Roederer, adversaire de l'Idéologie, ne cachait pas qu'il s'agissait de substituer un idéal scolaire à un autre :

> Le système d'instruction publique qui nous a donné, en l'an 4, les écoles centrales, a fait tout le contraire de ce qu'indiquait la nature des choses. Dans ce système, peu ou point d'enseignement littéraire, partout des sciences. Tandis que, d'un côté, les écoles centrales accordaient à peine un cours à l'étude des langues anciennes, première base de toute éducation libérale ; de l'autre, elles semblaient avoir entrepris de peupler la France d'Encyclopédies vivantes. Il y avait plus de sagesse dans le système des anciens collèges […] : là le fond de l'instruction était l'étude des langues anciennes, l'art d'exprimer ses pensées en prose, en vers[2].

Le primat accordé aux lettres trouvait ainsi une première institutionnalisation[3].

1. Chappey 1999.
2. Roederer 1814 (p. 256).
3. Dhombres 1989 (p. 613-615).

Loin d'être marginal, Bonald exprimait donc en 1807 une position qui, défendue par plusieurs depuis le début du Consulat, avait été faite sienne par le pouvoir. Son ami Louis de Fontanes, directeur du *Mercure de France*, allait d'ailleurs jouer un rôle central dans l'organisation de l'Université impériale qui consacra l'opposition entre sciences et lettres[1]. Entré en 1802 au Corps législatif comme député des Deux-Sèvres, nommé président de cette assemblée en 1804, il participa à l'élaboration de la loi (10 mai 1806) et du décret impérial (17 mars 1808) portant fondation de l'Université impériale. L'Université, qui regroupait tous les degrés d'instruction de l'école primaire aux facultés, était organisée selon la distinction entre sciences et lettres[2]. Elle comptait cinq ordres de facultés (théologie, droit, médecine, sciences mathématiques et physiques, lettres)[3]. Les facultés des sciences et des lettres étaient chargées de conférer les grades du baccalauréat ès sciences ou ès lettres qui permettaient ensuite de postuler aux licences puis aux doctorats dans les cinq facultés[4]. Surtout, le décret impérial précisait qu'« on ne sera reçu bachelier dans la Faculté des sciences qu'après avoir obtenu le même grade dans celle des Lettres[5] ». Étaient ainsi institués non seulement la distinction sciences / lettres, mais surtout le primat des lettres sur les sciences. De fait, comme le baccalauréat ès lettres suffisait pour accéder à toutes les facultés, les facultés des sciences ne délivrèrent qu'une quinzaine de diplômes par an jusqu'en 1820[6]. Nommé grand maître de l'Université au lendemain de la proclamation du décret, Fontanes promut d'ailleurs immédiatement comme membres du Conseil de l'Université[7] trois collaborateurs actifs du *Mercure de France*, dont Louis de Bonald, qui, seul, avait rang de « conseiller à vie[8] ». L'opposition sciences / lettres passait ainsi du statut d'opinion contre-révolutionnaire à celui de dogme d'État. Ce processus d'institutionnalisation et d'anonymisation transformait cette dichotomie en évidence et en inconscient scolaire[9]. Jusqu'à nos jours, la discussion continue à porter sur le primat d'un type de savoir

1. Sur le rôle de Fontanes pour la fondation de l'Université impériale et son orientation anti-idéologique, voir Cotten 1992 (p. 68, n. 46), qui cite en particulier Moravia 1968 (p. 512).
2. Dhombres 1989 (p. 611).
3. Décret impérial portant organisation de l'Université du 17 mars 1808, titre II, art. 6.
4. *Id.*, titre III.
5. Art. 22 (Piobetta 1937, p. 73).
6. Piobetta 1937 (p. 73).
7. À propos de l'organisation et de la fonction du Conseil de l'Université, voir le décret de 1808, art. 69-84.
8. Les deux autres, Joseph Joubert et Ambroise Rendu, étaient conseillers ordinaires, nommés pour un an.
9. Cela ne veut pas dire que les résistances à cette séparation ne furent pas vives. Claude Blanckaert en donne plusieurs exemples (Blanckaert 2012, p. 12-14).

sur l'autre (longtemps celui des lettres sur les sciences, depuis les années 1960 celui des sciences sur les lettres) plutôt que sur une remise en cause de l'opposition.

La querelle née de l'instauration en 1852 du régime dit de « bifurcation » en est un indice. Cette réforme avait été portée par le ministre de l'Instruction publique Hippolyte Fortoul dans la foulée du coup d'État de Louis-Napoléon Bonaparte (2 décembre 1851). Convaincu que la domination de l'esprit littéraire exacerberait les passions de la jeunesse[1], Fortoul accentuait la partition de l'enseignement entre sciences et lettres en la rendant beaucoup plus précoce (dès la classe de troisième). Il y voyait le moyen pour la France de développer les sciences appliquées et ainsi d'accéder à la modernité[2]. Ses adversaires, et notamment Victor Duruy, qui occupa ce même poste à partir de 1863, remirent certes en cause cette bifurcation précoce, mais pas la bipartition pour autant. Au contraire, l'un des principaux objectifs de Duruy était de mettre un terme au contournement du baccalauréat ès lettres accentué par la bifurcation et de rappeler la fonction de couronnement de l'enseignement philosophique[3].

Geisteswissenschaften versus *Naturwissenschaften* : conflits locaux, guerre mondiale ?

L'historiographie est unanime : s'il est une terre où la dualité des méthodes scientifiques a prospéré, ce n'est pas la France, mais l'Allemagne. Ce discours reprend à vrai dire celui de bien des acteurs du XIX^e^ siècle eux-mêmes. Il n'est pas entièrement faux, mais il s'accompagne en général de l'idée selon laquelle la France, au contraire, aurait été le pays de l'unité des sciences pensée sur le modèle des sciences physiques. Pourtant, les fondateurs de la première faculté des sciences de la nature réalisée à Tübingen en 1863, par scission d'avec la faculté de philosophie, se référaient explicitement à des modèles étrangers et

1. Visiblement fortement marqué par la révolution de 1848, Fortoul fait de la jeunesse un portrait irrationnel : les étudiants sont dits « aux prises avec les passions de la jeunesse » et il s'agit de les préserver des « séductions qui les assiègent », des travers renforcés par « les habitudes de dissipation, trop ordinaires aux grandes villes » (« Nouveau plan d'études des lycées » 1852, p. 124).
2. « Nouveau plan d'études des lycées » 1852, p. 121 : « Les sciences leur ouvrent le vaste champ des applications pratiques. Elles dirigeront spécialement vers le but utile des sociétés l'intelligence de la jeunesse ; elles la prépareront non seulement aux professions savantes qui font l'orgueil de l'esprit, mais encore à l'administration, au commerce, à l'industrie, qui sont les formes les plus essentielles de l'activité moderne. » Voir Hulin-Jung 1989.
3. Poucet 1999 (p. 41-42).

notamment au partage français entre sciences et lettres, partage symbole de son avance selon eux[1].

L'approche en termes d'histoire des problèmes (*Problemgeschichte*) considère qu'en dépit de la diversité des expressions mobilisées, il y aurait au fond une convergence autour de ce que les philosophes des sciences désignent de nos jours comme le « dualisme épistémologique ». Il est au contraire central de prendre au sérieux la diversité des dénominations (sciences / lettres, *Naturwissenschaften* / *Geisteswissenschaften*…) et le fait que les découpages qu'elles proposent ne sont pas *a priori* superposables[2]. Si nous nous autorisons donc à passer ici du contexte français à des contextes germanophones, c'est parce que les acteurs établissent ces comparaisons. Cela n'implique pas que nous les prenions pour argent comptant. Au contraire, notre objectif est d'étudier en quoi ces comparaisons sont révélatrices de contextes bien singuliers.

Conflits locaux et interrégionaux

Einladung.

Durch höchste Entschliessung seiner Königlichen Majestät vom 4ten August wurde an unserer Universität eine besondere naturwissenschaftliche Facultät errichtet (vgl. Beilage), deren feierliche Eröffnung den 29. October stattfinden wird.

Zu dieser academischen Feier werden im Namen des Rectors und academischen Senats sämmtliche Mitglieder und Freunde der Universität in den Festsaal des Universitätsgebäudes geziemendst eingeladen.

Die Festrede wird halten

Professor Dr. Hugo von Mohl

Ueber die Errichtung naturwissenschaftlicher Facultäten.

Carte d'invitation à l'allocution inaugurale de la faculté des sciences de la nature de l'université de Tübingen (29 octobre 1863). Mohl affiche dans le titre de son discours sa volonté de faire de cette université un modèle à suivre sur l'ensemble du territoire allemand.

1. Voir le discours inaugural de Hugo von Mohl *in* Engelhardt et Decker-Hauff 1963 (p. 194).
2. Feuerhahn 2015*b*.

Traduction :

Invitation
Par la décision suprême de Sa Majesté Royale en date du 4 août a été édifiée
une faculté spécifique pour les sciences de la nature (voir pièce jointe),
qui sera officiellement inaugurée le 29 octobre.
Selon l'usage et au nom du recteur et du sénat académique,
tous les membres et amis de l'université
sont conviés à cette cérémonie académique
dans la salle d'honneur du bâtiment de l'université.
À cette occasion, un discours sera prononcé par
le Professeur Docteur Hugo von Mohl
De l'édification de facultés des sciences de la nature

Dans le discours qu'il prononça pour l'inauguration de la nouvelle faculté le 29 octobre 1863, le botaniste Hugo von Mohl présentait cet acquis comme une « victoire », le résultat d'une « lutte[1] ». Le vocabulaire militaire ne manquait pas et deux fronts se dégageaient clairement : celui des sciences de la nature (*Naturwissenschaften*) et celui des humanités (*humanistische Studien*) ; la domination des dernières étant présentée comme un vestige poussiéreux de la faculté des arts (appelée en terre germanophone faculté de philosophie) qui, à Tübingen, incluait les trois chaires de physique, d'astronomie et de mathématique, de minéralogie, géologie et paléontologie :

> La fondation d'une faculté des sciences de la nature (*naturwissenschaftliche Facultät*) représente une rupture avec la conception médiévale selon laquelle la formation (*Bildung*) ne résiderait que dans les études humanistes (*humanistischen Studien*). Par cette fondation, on reconnaît que les sciences de la nature ont atteint une grandeur égale aux autres sciences et qu'elles doivent suivre leur but particulier d'une manière singulière. On garantit enfin qu'elles pourront tendre vers ce but sans être gênées par des influences étrangères[2].

Dans son discours, Mohl prend explicitement pour cible la Prusse, qui ne mériterait pas son titre d'« État de l'intelligence » (*Staat der Intelligenz*)[3] car elle n'aurait cessé de cantonner les sciences de la nature dans un rôle subordonné. Mohl dénonce également ce qui faisait alors la fierté de l'État prussien : le *Gymnasium* (lycée), institution chargée de prouver au monde que si les Allemands n'avaient pas d'État-nation ils exerçaient une domination culturelle et étaient une réincarnation de l'idéal grec de

1. Engelhardt et Decker-Hauff 1963 (p. 193).
2. *Ibid.* (p. 208).
3. *Ibid.* (p. 206). Cette expression forgée par Hegel dans son discours inaugural à l'université de Heidelberg (28.10.1816) était rapidement devenue un mot d'ordre.

formation équilibrée. Pour Mohl, c'est précisément le caractère unilatéral de ces études secondaires, tout entières dévolues à l'Antiquité classique, qui était responsable du fait que les auditoriums prussiens des sciences de la nature fussent si peu fréquentés et de la piètre formation des médecins prussiens[1].

À l'heure où la Prusse tentait d'unifier les territoires allemands sous son égide, cette charge contre son modèle scolaire et universitaire était au moins autant politique que scientifique. Issu d'une famille libérale du royaume du Wurtemberg, très hostile à la volonté dominatrice prussienne, Mohl ancrait ainsi la question de l'institutionnalisation du partage entre sciences de la nature et humanités dans un contexte d'affirmation d'une singularité locale et de relations interrégionales tendues. Preuve en est le fait qu'au lendemain de l'assemblée qui, après quatre années d'âpres débats, devait décider de la création de cette faculté des sciences de la nature à Tübingen, le physicien prussien Hermann von Helmholtz, pourtant éminent représentant des sciences de la nature, prononça dans l'université voisine de Heidelberg un discours de rectorat resté fameux où il défendait l'unité de la faculté de philosophie[2]. Ce discours est d'autant plus révélateur de la prévalence des enjeux politiques que Helmholtz opérait une distinction entre les sciences de la nature (*Naturwissenschaften*) et les sciences de l'esprit (*Geisteswissenschaften*). Pour lui, elles présentaient une différence de méthode, les premières procédant par « induction logique », les secondes par « induction artistique[3] ». Mais Helmholtz ne promouvait pas pour autant une scission de la faculté de philosophie. Il entendait surtout contrer l'importation des travaux britanniques de H.T. Buckle et de J.S. Mill sur le sol allemand, où ils étaient perçus comme promoteurs d'un alignement des sciences de l'esprit sur les sciences de la nature. Helmholtz faisait notamment valoir l'idéal prussien de « l'équilibre sain des facultés de l'esprit » pour défendre l'unité de la faculté de philosophie.

Au prussophile Helmholtz le Wurtembergeois Mohl répondit indirectement un an plus tard, lors de l'inauguration de la nouvelle faculté (le 29 octobre 1863). Il contestait l'opposition fréquente entre la « voie inductive » qui serait dominante chez les praticiens des sciences de la nature et la « voie spéculative » des philosophes[4]. Pour lui, le « fossé

1. *Ibid.* (p. 207).
2. Le sénat de l'université avait voté le 13 novembre 1862 la fondation de la faculté des sciences de la nature. Helmholtz prononça son discours le 22 novembre suivant. Pour une analyse détaillée de cette fondation, voir Feuerhahn 2015*a*.
3. Helmholtz 1896.
4. Engelhardt et Decker-Hauff 1963 (p. 202).

profond » entre la « recherche en sciences de la nature » (*Naturforschung*) et la « philosophie » (*Philosophie*) tenait au fait que la seconde était à tort « convaincue de l'infaillibilité de ses conclusions[1] ». Mohl reprenait ici l'argumentaire développé par de nombreux professeurs des sciences de la nature depuis la mort de Hegel (1831). Comme eux, au sein de la faculté de philosophie, il ne visait pas les sciences philologiques et historiques, mais les velléités dogmatiques et dominatrices de la philosophie. Ainsi moquait-il les aberrations de la *Naturphilosophie* tant romantique que hégélienne qui prétendait dépasser l'empirisme aveugle des sciences de la nature.

La présentation des rapports entre les sciences, qu'elle ait été conflictuelle à la façon de Mohl ou au contraire harmonieuse comme chez Helmholtz, tenait donc à des contextes locaux très spécifiques. Mais, dans tous les cas, les régimes de savoir étaient associés à des options politiques.

Comprendre (*verstehen*) *versus* expliquer (*erklären*) : la bataille d'Iéna

Dans l'histoire des conflits entre domaines du savoir, une autre opposition a été liée à l'attribution de méthodes distinctes et opposées aux sciences historiques (auxquelles incomberait la compréhension, *verstehen*) et aux sciences de la nature (qui fonctionneraient par explication, *erklären*). Là encore, la genèse de cette opposition doit être appréhendée en contexte. Dans une lettre à l'historien Heinrich von Sybel, Johann Gustav Droysen, récemment élu professeur d'histoire à l'université d'Iéna, justifiait sa décision, en 1852, de préparer un cours de méthodologie des sciences historiques par des considérations de géopolitique des sciences :

> Dans la situation actuelle, tout pourrit, et nous avec. Déjà plus personne ne croit aux puissances idéales et la polytechnique napoléonienne se niche dans la science allemande. *Ad vocem*. Afin de s'imposer face à cette tendance dominante – nos hommes les plus sages à Iéna enseignent déjà que seuls le microscope et la balance seraient de la science, que leur méthode matérialiste serait la méthode par excellence, comme autrefois les élèves de Hegel faisaient de même avec la philosophie, jusqu'à ce que la philosophie atterrisse dans la crasse – je ferai en été un cours sur la « méthodologie et l'encyclopédie de la science historique »[2].

1. *Ibid.* (p. 204 et 202).
2. Droysen 1967 (p. 54-55) (lettre du 13 février 1852).

Au cours des années suivantes, où il prépara ce cours qu'il ne donna finalement pour la première fois qu'en 1857, Droysen ne cessa de vitupérer contre l'orientation « matérialiste radicale » dominante à Iéna, issue de la « misère polytechnique qui fait pourrir la France depuis 1789 » et dont « rêvent les masses[1] ». Les développements de la physiologie étaient alors intimement liés aux événements politiques de 1848. L'un des élèves de Justus Liebig, fondateur du premier laboratoire de physiologie, Carl Vogt, qui avait appartenu à la fraction démocrate-radicale du Parlement de Francfort, avait fondé son plaidoyer anarchiste sur une analyse de la continuité entre les formes étatiques animales et humaines (*Untersuchungen über Thierstaaten*, 1851), explicitement défendu le « matérialisme » et violemment attaqué les universitaires allemands (*Bilder aus dem Tierleben*, 1852). Pour lui, la dépendance des fonctions psychiques vis-à-vis des fonctions cérébrales ne pouvait qu'imposer la vérité du matérialisme. À Iéna, le promoteur de la théorie cellulaire, Matthias Schleiden, n'était certes pas aussi engagé politiquement, mais n'hésitait pas à railler la *Naturphilosophie*[2]. Membre de la faculté de philosophie, il était très vraisemblablement l'une des cibles de Droysen. C'est en tout cas juste après la 31e assemblée des naturalistes allemands, à l'été 1854 – acmé de la querelle sur le matérialisme (*Materialismusstreit*) –, que Droysen formula pour la première fois l'idée d'une spécificité de la « compréhension (*Verstehen*) de l'histoire » qui « nous fait sentir combien la sagesse de la méthode moderne est misérable qui souhaiterait volontiers tout mécaniser, tout réduire au métabolisme et à l'éternité de la matière[3] ». L'antagonisme entre des méthodes ne saurait être plus clair. Il sera formulé ensuite, dans l'abrégé de son cours qui circulait dès 1858 sous le titre *Grundriss der Historik*, à l'aide de l'opposition entre la démarche compréhensive (*verstehen*) de la recherche historique et celle, explicative (*erklären*), qui déduit à la manière d'un raisonnement et qui caractériserait les sciences de la nature[4]. Cet ouvrage, devenu emblématique de l'irréductibilité des sciences historiques aux sciences de la nature, a ainsi contribué à faire de cette distinction épistémologique un mot d'ordre.

1. *Ibid.* (p. 119 : 17 juillet 1852 ; p. 182 : 19 octobre 1853).
2. Gerber 2009 (p. 108-109).
3. Droysen 1967, p. 282-283 (30 septembre 1854). Voir aussi p. 424 (29 juillet 1856), p. 442 (20 mars 1857), p. 450 (8 mai 1857).
4. Droysen 1977 (p. 403).

Guerre mondiale ?

Même si tous deux mobilisaient des référents étrangers, les cibles premières visées par Mohl ou Droysen étaient locales : la Prusse et le primat qu'elle accorderait aux humanités classiques pour le premier, Iéna et la domination de la pensée matérialiste pour le second. Le philosophe Wilhelm Dilthey, resté à la postérité comme le défenseur d'une opposition entre sciences de l'esprit (*Geisteswissenschaften*) et sciences de la nature (*Naturwissenschaften*), allait donner une envergure internationale à ces conflits. L'unité allemande et la guerre franco-prussienne de 1870 semblent avoir fortement contribué à lui faire considérer les sciences de l'esprit comme une spécificité allemande. Suite à l'annexion de l'Alsace, les autorités prussiennes envisagèrent d'ériger Strasbourg en vitrine de la science allemande à l'échelle internationale[1]. Un rapport en vue de l'organisation de cette nouvelle université impériale fut commandé à Dilthey[2]. Il y défendit un double point de vue : d'abord un principe général valant pour tous les peuples et selon lequel

> ce ne sont pas les sciences de la nature qui élèvent les concepts moraux et politiques d'une population qui a sombré. L'analyse du déclin de la France lors de l'apogée de ses sciences exactes le montre de manière frappante. C'est dans les sciences historiques et philosophiques que réside la force qui permet d'élever une disposition nationale et une rigueur morale[3].

La supériorité politique et morale des sciences qu'il nomme ici « historiques et philosophiques » (*historisch-philosophisch*) n'est manifestement pas mise en doute, et la France révolutionnaire, avec son primat accordé aux sciences, sert de preuve *a contrario*. Mais Dilthey ne défend pas pour autant un point de vue universaliste. Il considère au contraire le développement des sciences de l'esprit comme une singularité allemande : « Ces sciences sont en même temps celles en lesquelles réside la grandeur distinctive de la science allemande[4]. »

Dilthey reprenait de la sorte la cartographie européenne de la pensée forgée en 1815 par l'historien du droit Friedrich von Savigny. Hostile au maintien du Code civil napoléonien dans les États allemands, ce dernier avait opposé l'« école historique » allemande du droit, soucieuse de la

1. Voir Craig 1984 (p. 38).
2. Dilthey 1941, Dilthey 2011 (p. 605) et pour son commentaire : Feuerhahn 2015*a*.
3. Dilthey 1941 (p. 82).
4. *Ibid.* (p. 82).

singularité des différents peuples, à l'« école anhistorique », rationaliste et cosmopolite, promue par la puissance impériale française ; celle-ci étant accusée d'avoir voulu imposer sa législation particulière à tous les peuples sous couvert d'universalité de la raison. Pour tous ceux qui s'inscrivaient dans la lignée de l'école historique du droit, qu'ils traitent de l'économie, de la langue, de l'art ou de toute autre production de l'esprit des peuples (*Volksgeist*), l'Allemagne devenait ainsi le porte-drapeau de la science historique contre l'anhistorisme franco-britannique[1]. Dilthey, qui, dans son rapport sur l'université de Strasbourg, s'opposait à la création d'une faculté autonome des sciences de la nature et lui préférait la séparation en « sections » moins radicale et plus usuelle en Prusse[2], considérait ainsi son *Introduction aux sciences de l'esprit* comme « la tentative […] de justifier philosophiquement le principe de l'école historique et le travail des sciences singulières de la société qui actuellement sont tout entières déterminées par lui[3] ».

Dès 1875, Dilthey avait souligné combien l'approche positiviste de l'histoire des sciences de l'esprit et de leur avenir, qu'elle vienne de Comte ou qu'elle ait été modifiée par des « chercheurs anglais », lui semblait « s'écarte[r] entièrement de cette profondeur dans la recherche que cultivent les Allemands[4] ». Les sciences de la nature étaient pour lui la version contemporaine du rationalisme abstrait des Lumières franco-britanniques et elles ne pouvaient constituer un modèle pour les *moral sciences* :

> Les réponses de Comte et des positivistes, de Stuart Mill et des empiristes à ces questions me semblaient mutiler la réalité historique pour l'adapter aux concepts et méthodes des sciences de la nature[5].

Lui qui était un défenseur de l'unité sous l'égide de la Prusse et louait la politique de Bismarck[6], vantait les mérites de la formation philo-

1. L'association de la Grande-Bretagne à la France trouve ses racines dans la pensée des économistes hostiles à Adam Smith comme Adam Müller dans ses *Elemente der Staatskunst* (1805).
2. Sur ce point, je ne suis pas les historiens John Craig 1984 (p. 45) et Reinhard Riese 1977 (p. 84). Ils ont tous deux affirmé que Dilthey prônait lui aussi une partition de la faculté de philosophie. Dilthey réitérera son hostilité à ce type de partition en 1879 : cf. lettre à W. Scherer *in* Dilthey 2011 (p. 821).
3. Dilthey 1990*a* (p. XVII). Les deux premières pages de l'*Introduction* proposent une généalogie de l'émergence des sciences de l'histoire et de la société qui fait de l'Allemagne leur puissance émancipatrice face aux théories naturelles et abstraites du droit, de la religion et de l'économie dont les bataillons révolutionnaires et napoléoniens auraient été le bras armé détruisant l'Empire allemand millénaire (Dilthey 1990*a*, p. XV).
4. Dilthey 1990*b* (p. 54), trad. française : Dilthey 1992 (p. 67).
5. Dilthey 1990*a* (p. XVI-XVII).
6. Thielen 1999 (p. 442).

logique au cœur de son dispositif d'enseignement. Ainsi l'apprentissage de la rigueur philologique expliquait-il à ses yeux l'écart entre le rationalisme franco-britannique et l'esprit historique développé en Allemagne :

> Emplis du désir scientifique téméraire de construction aujourd'hui dominant parmi les Anglais et les Français et privés du sentiment intime de la réalité historique qui ne se forme que grâce à des recherches singulières au fil d'une activité de plusieurs années, ces positivistes n'ont pas trouvé le point de départ précis à leurs travaux qui aurait correspondu à leur principe de liaison entre les différentes sciences[1].

Cette géopolitique épistémologique ne faisait pas l'unanimité à l'échelle nationale ni dans le monde germanophone[2], mais elle acquit d'autant plus de popularité à partir des années 1890 qu'elle répondait aux défis politiques du jour[3].

Au cours du XIX^e^ siècle, la science était devenue une fierté nationale, un critère de puissance. Expositions universelles et congrès internationaux qui lui étaient souvent associés étaient l'occasion d'une concurrence entre les délégations nationales[4]. La géopolitique épistémologique qui s'affirmait vira de plus en plus à la caricature. En Allemagne s'imposa l'idée que seule la science allemande pouvait défendre l'irréductibilité des sciences de l'esprit aux sciences de la nature et par là même respecter les singularités historiques et nationales. De l'autre côté du Rhin, nombreux furent ceux qui stylisèrent la France en garante de l'unité des sciences, de l'universalisme rationaliste et de l'humanisme.

Invité en 1895 par une revue italienne à présenter « l'état actuel des études sociologiques en France », Émile Durkheim dressa un portrait on ne peut plus contrasté de ce qu'il nommait les « esprits » français et allemand :

> Si l'esprit allemand est plus sensible que le nôtre à ce qu'il y a de complexe dans les choses sociales, en revanche, comme il est médiocrement analytique, il lui a semblé très difficile sinon impossible de soumettre entièrement à l'analyse scientifique une réalité aussi compliquée ; c'est pourquoi [les « socialistes de

1. Dilthey 1990*a* (p. 23-24).
2. Feuerhahn 2015*a*. Le philologue viennois Theodor Gomperz, défenseur du libéralisme dans l'Empire des Habsbourg, critique explicitement Dilthey dans sa préface à la traduction des œuvres complètes de Stuart Mill. Il raille celui qui présentait l'empirisme venu de France et de Grande-Bretagne et son corrélat, le scepticisme, comme « l'ennemi le plus puissant et le plus conséquent », luttant de part et d'autre de l'océan tant avec la philosophie allemande qu'avec le christianisme, et qui considérait que la nature comme la science y perdraient leur âme (Mill 1872, p. VI).
3. Ringer 1990, Feuerhahn 2015*b*.
4. Feuerhahn et Rabault-Feuerhahn 2010.

> la chaire » allemands] affirment que la société ne peut être l'objet que d'une semi-science, d'une pseudo-science, où il n'y a pas de lois au sens strict du mot, mais seulement des généralités approximatives, sujettes à toutes sortes d'exceptions. L'esprit français, au contraire, bien qu'il ait embrassé les idées nouvelles dont nous avons parlé, est resté ce qu'il a toujours été, profondément rationaliste. Nous sommes malgré tout restés fidèles à la loi cartésienne en vertu de laquelle l'univers intelligible peut être traduit entièrement en symboles scientifiques. […] Et c'est pour cela que nous estimons que la France se trouve dans les conditions les plus favorables pour contribuer au progrès de la sociologie[1].

Émile Durkheim avait lui-même enquêté en Allemagne dans les années 1880 sur ce qu'il nommait « la science positive de la morale » et dans laquelle il rangeait aussi les historiens de l'économie, dits « socialistes de la chaire ». De manière intéressante, il mobilise ici le vocabulaire particulariste de l'esprit d'un peuple (*Volksgeist*) qu'il avait appris de cette science[2] pour attribuer à la France une singularité qui pouvait sembler paradoxale : celle d'incarner la rationalité universelle. Cette nouvelle science qu'était la sociologie suscitait la concurrence entre les nations et, par son statut d'informateur critique de l'école historique allemande en économie, Durkheim s'attribuait une position dominante sur la scène sociologique internationale. Pour ce faire, il excluait purement et simplement la conception des sciences de l'esprit défendue par cette école du périmètre des sciences et en faisait le vestige d'une culture littéraire[3]. Ainsi l'Allemagne était présentée comme plus proche de ce contre quoi il luttait en France, le primat des lettres sur les sciences.

Mais, affirmer l'unité des sciences ne garantissait pas plus la paix internationale que la défense de la diversité des pratiques scientifiques. Des deux côtés du Rhin, la majorité des savants prit fait et cause pour le conflit[4]. De ce fait, l'opposition entre le particularisme allemand et l'universalisme français allait fonctionner comme une antienne des discours idéologiques et imprégner les esprits pour longtemps.

Le plus souvent interprétées comme des débats purement épistémologiques et méthodologiques, dont on se contente de discuter les

1. Durkheim 1975 (p. 106).
2. Il loua à nouveau cet acquis savant dans le pamphlet qu'il rédigea en 1915 et qui cherchait à caractériser la « mentalité » allemande à partir de l'analyse de l'œuvre de l'historien nationaliste H. von Treitschke : Durkheim 1915 (p. 27). Sur le panthéon allemand de Durkheim, voir Feuerhahn 2014.
3. Durkheim 1975 (p. 34) (« la sociologie et son domaine scientifique », *Rivista italiana di sociologia*, 1900).
4. Mommsen 1996, Prochasson et Rasmussen 1996.

présupposés philosophiques, les oppositions entre « lettres » et « sciences », « expliquer (*erklären*) » et « comprendre (*verstehen*) », « sciences de l'esprit (*Geisteswissenschaften*) » et « sciences de la nature (*Naturwissenschaften*) » sont en fait inséparables de controverses qui sont au moins autant politiques. À une époque où les sciences expérimentales affirment leur autonomie, où les élites politiques en vantent les progrès ainsi que les liens avec l'industrie, où la figure de l'ingénieur s'affirme, la table des valeurs du monde académique dont les humanités constituaient le cœur semble vaciller. Partager les savoirs est alors conçu par certains savants comme un moyen pour sauver un modèle de formation et un éthos professionnel qui leur semble menacé.

Références bibliographiques

Blanckaert Claude, 2006, « La discipline en perspective. Le système des sciences à l'heure du spécialisme (XIXe-XXe siècle) », *in* Jean Boutier, Jean-Claude Passeron et Jacques Revel (dir.), *Qu'est-ce qu'une discipline ?*, Paris, Éd. de l'EHESS, p. 117-148.

– 2012, « L'équation disciplinaire des sciences humaines. Paradigme ou problème pour une épistémologie vraiment historique ? », *in* Jean-Louis Chis, Dan Savatovsky, Danielle Candel et Jacqueline Léon (dir.), *La Disciplinarisation des savoirs linguistiques. Histoire et épistémologie*, Paris, SHESL (« Les dossiers de HEL », nº 5), p. 1-21 [supplément électronique à la revue *Histoire. Épistémologie. Langage*, disponible sur Internet : < http://htl.linguist.univ-paris-diderot.fr/num5/num5.html >].

Bonald Louis de, 1807, « Des sciences, des lettres et des arts », *Mercure de France*, t. 28 ; nº cccIII, p. 247-249, 9 mai 1807 ; nº cccIV, p. 295-310, 16 mai 1807.

– 1819*a*, « Des sciences, des lettres et des arts », *in* Louis de Bonald, *Mélanges littéraires, politiques et philosophiques*, Paris, Le Clere, t. 2, p. 108-164.

– 1819*b*, « Sur la guerre des sciences et des lettres », in *ibid*., p. 305-310.

– 2010, *Œuvres choisies*, t. 1 : *Écrits sur la littérature*, éd. par Gérard Gengembre et Jean-Yves Pranchère, Paris, Classiques Garnier.

Cabanis Pierre-Jean-Georges, 1802, *Rapport du physique et du moral de l'homme*, Paris, Crapart, Caille & Ravier.

Chappey Jean-Luc, 1999, « Usages et enjeux politiques d'une métaphorisation de l'espace savant en Révolution. L'"Encyclopédie vivante", de la République thermidorienne à l'Empire », *Politix*, nº 48, p. 37-69.

– 2001, « Les Idéologues face au coup d'État du 18 brumaire an VIII : des illusions aux désillusions », *Politix*, nº 56, p. 55-75.

– 2002, « Le XVIIe siècle comme enjeu philosophique et littéraire au début du XIXe siècle », *Cahiers du Centre de recherches historiques*, nos 28-29, p. 101-115.

– 2006, « De la science de l'homme aux sciences humaines : enjeux politiques d'une configuration de savoir (1770-1808) », *Revue d'histoire des sciences humaines*, nº 15, p. 43-68.

Cotten Jean-Pierre, 1992, *Autour de Victor Cousin : une politique de la philosophie*, Paris, Les Belles Lettres.

Craig John E., 1984, *Scholarship and Nation Building : The Universities of Strasbourg and Alsatian Society (1870-1939)*, Chicago (IL), University of Chicago Press.

DESTUTT DE TRACY Antoine, 1798, « Mémoire sur la faculté de penser », *Mémoires de l'Institut national*, t. 1, p. 282-328.
– 1801, *Projet d'éléments d'Idéologie à l'usage des écoles centrales de la République française*, Paris, Didot.
DHOMBRES Nicole et Jean, 1989, *Naissance d'un nouveau pouvoir. Sciences et savants en France (1793-1824)*, Paris, Payot.
DIERSE Ulrich, 1982, « Ideologie », *in* Otto BRUNNER, Werner CONZE et Reinhart KOSELLECK (dir.), *Geschichtliche Grundbegriffe. Historisches Lexikon zur politisch-sozialen Sprache in Deutschland*, Stuttgart, Klett-Cotta, vol. 3, p. 131-169.
DILTHEY Wilhelm, 1941, « Entwurf zu einem Gutachten über die Gründung der Universität Straßburg. Aus dem handschriftlichen Nachlaß mitgeteilt », *Die Erziehung*, nº 16, p. 81-85.
– 1990*a*, *Gesammelte Schriften*, t. 1 : *Einleitung in die Geisteswissenschaften*, Stuttgart, Teubner et Göttingen, Vandenhoeck & Ruprecht.
– 1990*b*, *Gesammelte Schriften*, t. 5 : *Die geistige Welt*, Stuttgart, Teubner et Göttingen, Vandenhoeck & Ruprecht.
– 1992, *Œuvres*, t. 1 : *Critique de la raison historique*, présentation, traduction et notes par S. Mesure, Paris, Cerf.
– 2011, *Briefwechsel*, t. 1 : *1852-1882*, éd. par Gudrun Kühne-Bertram et Hans-Ulrich Lessing, Göttingen, Vandenhoeck & Ruprecht.
DROYSEN Johann Gustav, 1967, *Briefwechsel*, éd. par Rudolf Hübner, réimpr. de l'éd. de 1929, Osnabrück, Biblio Verlag.
– 1977, *Historik*, éd. critique par Peter Leyh et Horst Walter Blanke, Stuttgart-Bad Cannstatt, F. Frommann-G. Holzboog.
DURKHEIM Émile, 1915, *L'Allemagne au-dessus de tout*, Paris, Armand Colin.
– 1975, *Textes*, t. 1 : *Éléments d'une théorie sociale*, Paris, Minuit.
ENGELHARDT Wolf Freiherr von et DECKER-HAUFF Hansmartin, 1963, *Quellen zur Gründungsgeschichte der Naturwissenschaftlichen Fakultät in Tübingen (1859-1863)*, Tübingen, Mohr.
FEUERHAHN Wolf, 2014, « Zwischen Individualismus und Sozialismus : Durkheims Soziologie und ihr deutsches Pantheon », *in* Gangolf HÜBINGER (dir.), *Europäische Wissenschaftskulturen und politische Ordnungen in der Moderne (1890-1970)*, Munich, R. Oldenbourg Verlag, p. 79-98.
– 2015*a*, « Sciences de la nature *versus* sciences de l'esprit. Un conflit allemand des facultés », *in* Vincent BOURDEAU, Stéphane HABER et Arnaud MACÉ (dir.), *Le XIX^e siècle par-delà nature et société*, Besançon, Presses universitaires de Franche-Comté.
– 2015*b*, « "Sciences humaines" (XIX^e siècle) », *in* Olivier CHRISTIN et Marion DESCHAMP (dir.), *Dictionnaire des concepts nomades en sciences humaines*, Paris, Métailié, vol. 2.
FEUERHAHN Wolf et RABAULT-FEUERHAHN Pascale (dir.), 2010, *La fabrique internationale de la science. Les congrès scientifiques internationaux (1865-1945)*, dossier de la *Revue germanique internationale*, nº 12.
GERBER Stefan, 2009, « Die Universität Jena (1850-1918) », *in* Senatskommission zur Aufarbeitung der Jenaer Universitätsgeschichte im 20. Jahrhundert (dir.), *Traditionen, Brüche, Wandlungen. Die Universität Jena (1850-1995)*, Cologne, Weimar et Vienne, Böhlau, p. 23-269.
HEILBRON Johan, 2006, *Naissance de la sociologie*, Marseille, Agone.
HELMHOLTZ Hermann von, 1896, « Über das Verhältnis der Naturwissenschaften zur Gesammtheit der Wissenschaften », *in* Hermann von HELMHOLTZ, *Vorträge und Reden*, Braunschweig, Vieweg, vol. 1.

Hulin-Jung Nicole, 1989, *L'Organisation de l'enseignement des sciences*, Paris, Éd. du CTHS.

Lepenies Wolf, 1986, « "Über den Krieg der Wissenschaften und der Literatur". Der Status der Soziologie seit der Aufklärung », *Merkur. Deutsche Zeitschrift für europäisches Denken*, vol. 40, nº 6, p. 482-494.

– 1987, « Sur la guerre des sciences et des belles-lettres à partir du XVIIIe siècle », *MSH Informations*, nº 54, p. 8-17.

– 1990, *Les Trois Cultures. Entre science et littérature, l'avènement de la sociologie*, Paris, MSH Éditions.

– 2007, *Qu'est-ce qu'un intellectuel européen ? Les intellectuels et la politique de l'esprit dans l'histoire européenne. Chaire européenne du Collège de France (1991-1992)*, Paris, Seuil.

Mill John Stuart, 1872 [1843], *System der deductiven und inductiven Logik. Eine Darlegung der Grundsätze der Beweislehre und der Methoden wissenschaftlicher Forschung*, vol. 1 des *John Stuart Mill's Gesammelte Werke*, t. 2, autoris. Uebers. unter Red. von Th. Gomperz, Leipzig, Fues.

Mommsen Wolfgang (dir.), 1996, *Kultur und Krieg: die Rolle der Intellektuellen, Künstler und Schriftsteller im Ersten Weltkrieg*, Munich, R. Oldenbourg Verlag.

Moravia Sergio, 1968, *Il tramonto dell'illuminismo. Filosofia e politica nella società francese (1770-1810)*, Bari, G. Laterza.

« Nouveau plan d'études des lycées », 1852, *Recueil des lois et actes de l'instruction publique*, Paris, Delalain, p. 120-127.

Piobetta Jean-Baptiste, 1937, *Le Baccalauréat de l'enseignement secondaire*, Paris, Baillière.

Poucet Bruno, 1999, *Enseigner la philosophie. Histoire d'une discipline scolaire (1860-1990)*, Paris, CNRS Éditions.

Prochasson Christophe et Rasmussen Anne, 1996, *Au nom de la patrie. Les intellectuels et la Première Guerre mondiale (1910-1919)*, Paris, La Découverte.

Riese Reinhard, 1977, *Die Hochschule auf dem Wege zum wissenschaftlichen Grossbetrieb*, Stuttgart, Klett.

Ringer Fritz, 1990, *The Decline of the German Mandarins: The German Academic Community (1890-1933)*, Hanovre et Londres, Wesleyan University Press.

Roederer Pierre-Louis, 1814, « Discours prononcé au Corps législatif par Roederer, orateur du gouvernement, sur le projet de loi relatif à l'instruction publique (14 mai 1802) », in *Recueils de lois et règlemens concernant l'instruction publique*, 1re série, t. 2, Paris, Brunot-Labbe, p. 250-265.

Schandeler Jean-Pierre, 2008, « République des sciences ou fractures de la république des lettres », *Dix-huitième siècle*, nº 40, p. 315-332.

Sigrist René, 2008, « La "république des sciences". Essai d'analyse sémantique », *Dix-huitième siècle*, nº 40, p. 333-357.

Snow Charles Percy, 1959, *The Two Cultures and the Scientific Revolution (The Rede Lecture 1959)*, New York, Cambridge University Press.

Thielen Joachim, 1999, *Wilhelm Dilthey und die Entwicklung des geschichtlichen Denkens in Deutschland im ausgehenden 19. Jahrhundert*, Wurzbourg, Königshausen & Neumann.

Zékian Stéphane, 2011, « Siècle des lettres contre siècle des sciences : décisions mémorielles et choix épistémologiques au début du XIXe siècle », *Fabula-LhT*, nº 8, « Le partage des disciplines », mai 2011, < http://www.fabula.org/lht/8/index.php?id=234 > (page consultée le 13 octobre 2014).

– 2012, *L'Invention des classiques. Le siècle de Louis XIV existe-t-il ?*, Paris, CNRS Éditions.
– 2013, « Les enjeux littéraires de la science de l'homme : Bonald et Cabanis dans la "guerre des sciences et des lettres" », *in* Yves Citton et Lise Dumasy (dir.), *Le Moment idéologique. Littérature et sciences de l'homme*, Lyon, ENS Éditions, p. 47-67.



5 Modernité et métrologie

SIMON SCHAFFER

> *Il est* une *chose dont on ne peut dire ni qu'elle mesure 1 m, ni qu'elle ne mesure pas 1 m, c'est le mètre étalon de Paris. – Mais en disant cela, nous n'avons naturellement attribué aucune propriété surprenante au mètre étalon, nous avons seulement caractérisé son rôle particulier dans le jeu de la mesure au moyen de la règle graduée.*
>
> Ludwig Wittgenstein, *Recherches philosophiques*, § 50[1]

La production de mesures standardisées est un aspect de la plaisanterie qui ouvre l'œuvre fascinante et frustrante de Robert Musil *Der Mann ohne Eigenschaften* (1930) :

> On signalait une dépression au-dessus de l'Atlantique. Les isothermes et les isothères remplissaient leurs obligations. Le rapport de la température de l'air et de la température annuelle moyenne, celle du mois le plus froid et du mois le plus chaud, et ses variations mensuelles apériodiques, était normal. Le lever, le coucher de la Lune, de Vénus et de l'anneau de Saturne étaient conformes aux prédictions qu'en avaient faites les annuaires astronomiques. La tension de vapeur dans l'air avait atteint son maximum, et l'humidité relative était faible. Autrement dit, si l'on ne craint pas de recourir à une formule démodée, mais parfaitement judicieuse : c'était une belle journée d'août 1913[2].

En tant que contemporain de Wittgenstein, l'ingénieur militaire, psychologue disciple de Mach et *Ministerialrat* Robert Musil était bien placé pour comprendre les paradoxes intéressants de cette remarquable capacité des systèmes à agir à distance et à changer les coutumes désuètes en

1. Wittgenstein 2004 [1953] (p. 55).
2. Musil 1956 [1930] (p. 9).

◀ Galvanomètre à miroir utilisé par Lord Rayleigh pour déterminer le standard de résistance électrique, l'un des premiers instruments fabriqués par la Cambridge Scientific Instruments Company.

mesures précises. Les systèmes métrologiques permettent un gouvernement à travers de vastes territoires, mais leur efficacité dépend de la puissance de ce gouvernement. Les métrologues aspirent à l'autonomie par rapport aux forces imprévisibles de l'intérêt social et de l'action de la nature, mais affirment qu'ils peuvent, par là même, contrôler et diriger ces forces. Ainsi, il est simpliste d'analyser les processus de standardisation simplement dans les termes de quelques principes transcendants, précisément parce que le pouvoir et la réalité de ces principes sont construits comme une partie de ce processus. Les récits qui suivent sont censés rendre compte d'une composante majeure de la modernité, à savoir la relation entre intégration et autonomie à travers une histoire et une économie politique de la standardisation.

La métrologie en tant que marchandisation

Cette histoire voudrait articuler une analyse détaillée de la spatialisation des institutions métrologiques et une explication de leur autonomie. Cela signifie repenser l'économie politique de la géographie des valeurs et le rôle de l'État dans le pouvoir de ces valeurs. Henri Lefebvre nous rappelle que « [le] cadre étatique et l'État comme cadre ne se conçoivent pas sans l'espace *instrumental* dont ils se servent. […] Chaque nouvelle forme d'État et de pouvoir politique apporte son découpage de l'espace et sa classification administrative des discours sur l'espace, sur les choses et les gens dans l'espace ». L'approche de Lefebvre, extrêmement influente (elle fut reprise par Michel Foucault et David Harvey), était censée mettre fin aux oppositions superficielles entre les versions libérales et autoritaires de l'État, ou, en termes métrologiques, entre des standards considérés comme des créations locales ou comme des décisions centralisées. Une réorientation chronologique supplémentaire est nécessaire pour comprendre que les difficultés modernistes liées aux standards globalisés par l'impérialisme furent souvent liées à des conflits antérieurs entre la formation de l'État et la production des marchandises dans l'Europe des débuts de la modernité[1].

Les sociétés baroques cultivent délibérément les interactions entre la métrologie, la machinerie, le droit et la finance. La description récente de « l'État militaro-fiscal » par John Brewer bouleverse les représentations traditionnelles d'une constitution britannique faible et décentralisée au XVIII^e siècle, en mettant en évidence non seulement la capacité de l'État à

1. Lefebvre 2000 (p. 324). Comparer Foucault 2001 (p. 1089-1104), Harvey 1990 (p. 254-259).

lever des sommes énormes pour financer un état de guerre quasi continu, mais également un réseau d'impôts indirects lié à la définition de standards et reposant sur un personnel extraordinairement étendu d'employés du fisc, experts à « mesurer, calculer et compter », faisant ainsi le lien entre les techniques politiques de gouvernement et celles du commerce. Le statut de la métrologie dans ces sociétés est lié à la volonté de réduire le désordre par le calcul et par une « politique de l'information » reflétant un « désir largement répandu de propulser dans la sphère publique un savoir jusqu'alors ésotérique, obscur et privé[1] ». Dans les années 1670, le physicien Robert Boyle conçoit ce qu'il appelle un dispositif hydrostatique d'essai destiné, annonce-t-il, à authentifier les pièces de monnaie : « Il n'est point besoin d'avoir des échelles exactes, ni une compétence en hydrostatique, ni un quelconque savoir en arithmétique, mais la différence entre une guinée authentique et une contrefaçon apparaîtra avec évidence. » Ces techniques, adoptées par Isaac Newton dans les années 1690 à Londres pour une *Royal Mint* qui vient d'être réformée, deviennent centrales pour l'administration des impôts quand l'échelle de l'alcool à 60° s'impose après 1688 comme mesure de la teneur en alcool. En 1725, un mesureur de brandy travaillant au Bureau des douanes de Londres, John Clarke, adapta l'instrument de Boyle comme un hydromètre pour standardiser ces mesures, et le présenta par l'intermédiaire de la Société royale de Newton aux employés de la douane. Dans les *Export Acts* (lois sur l'exportation) de la fin du XVIII^e^ siècle, le recours au procédé de Clarke acquit force de loi. Des débats virulents quant à sa fiabilité firent rage à la fin du siècle. La Royal Society servit à nouveau de tribunal pour trouver des instruments plus fiables, ce qui déboucha non seulement sur le nouveau schéma hydrométrique de 1816, mais aussi sur l'apparition d'une série de saccharomètres, d'alambics standardisés et finalement sur la formation de l'Excise Laboratory centralisé en 1842. Il n'est pas anodin que ces saccharomètres légaux de laboratoire aient été fabriqués par Robert Bate, qui conçut aussi des standards de vis pour des machines-outils et, à partir de 1824, des calculatrices pour organiser les moulins de discipline des prisons de façon que le travail des prisonniers pût être rendu presque uniforme dans toutes les prisons. Les réformateurs faisaient valoir la standardisation du travail pénitentiaire et la qualité du tabac, tandis que les critiques avançaient qu'aucune loi ne devait « amoindrir cette confiance en eux-mêmes dont les individus doivent faire preuve pour leur propre sécurité ». Ils renvoyaient légitimement aux aléas bien connus des évaluations de la pureté de marchandises comme les liqueurs

1. Brewer 1989 (p. 230) et 1994 (p. 61).

et le tabac. L'État centralisa systématiquement ses mesures et son contrôle sur ces marchés. Des observatoires chimiques furent établis à travers le pays : le tabac passa sous le microscope ; l'alcool devint un produit de laboratoire. Des dispositions extraordinaires furent prises pour discipliner et évaluer non seulement le marché de ces marchandises, mais la qualité des analystes eux-mêmes, par un examen strict et une surveillance centralisée. Ils furent parmi les tout premiers scientifiques de laboratoire professionnels et formés en Grande-Bretagne. Des savants comme Faraday prirent part à ce processus. L'histoire de la fabrication de l'alcool à 60° et du bon tabac est l'histoire de la production systématique, et souvent contestée, d'un espace connaissable de la technique métrologique et de son personnel[1].

Comme exemple des implications en « philosophie naturelle » de ces marchandises standardisées, considérons les échanges qui eurent lieu en 1729 entre le fabricant d'instruments Daniel Fahrenheit et son patron le professeur de Leyde Hermann Boerhaave :

> Personne n'a observé jusqu'à présent qu'un type de verre se dilate plus qu'un autre. Ce qui m'a d'abord amené à cette découverte, rappelait Fahrenheit, fut ceci : quand je suis arrivé à Amsterdam, j'ai dû me servir du verre d'Amersfoort au lieu du verre d'Allemagne ou de Potsdam pour faire des thermomètres.

Boerhaave et d'autres clients se plaignirent de ce que les instruments de Fahrenheit n'étaient pas fiables. Fahrenheit reconnut le problème :

> M'étant souvenu que tout le mercure vendu ici en Hollande vient des mêmes mines et est ainsi de même acabit que celui acheté en Allemagne, je ne pouvais pas imaginer que le mercure fût peut-être à l'origine de la différence, ce qui m'amena à conclure que la différence était nécessairement due à la dilatation du verre. Pour en avoir le cœur net, je demandai à plusieurs occasions aux marchands ambulants de verre de Bohême de me rapporter des tubes en verre. Ils me promirent de le faire, mais ne tinrent pas leur promesse, me disant que le risque de casser les tubes pendant leur long voyage était trop grand, et qu'ils gagnaient plus en risquant moins avec leurs verres de bière.

Quand s'ouvrit une nouvelle usine de verre à Amsterdam, Fahrenheit observa que les thermomètres fabriqués avec ce verre variaient également.

1. Boyle 1675 (p. 331), Clarke 1729 (p. 277-279), Hammond et Egan 1992 (p. 2-32). Pour les machines de prison de Bate, voir Morton et Wess 1993 (p. 552-553) ; pour la jauge et les mathématiques, voir Grabiner 1998. Pour toute l'évolution de l'Excise et de l'essai à cette époque, voir Ashworth 2001.

> Je fus entièrement assuré que la différence dans les résultats était due purement et simplement à la différence de dilatation du verre, quand le hasard voulut qu'un petit tube de verre de Thuringe vint entre mes mains.

La grande préoccupation de Fahrenheit était la relation incertaine entre la production du verre, sa qualité et ses standards. Il devait se faire connaisseur pour devenir métrologue.

> J'ai également fait l'expérience que le verre d'Amsterdam (je ne parle pas ici du verre de miroir qui est fabriqué ici, parce que je ne l'ai pas examiné) n'a pas toujours molli ou fondu au même degré, et j'ai également trouvé des différences dans sa dilatation, car comme cette usine de verre a fréquemment changé de mains, la composition du verre a changé tout aussi fréquemment, et par là même sa dilatation, comme je l'ai constaté plusieurs fois à ma grande frustration, à ma grande peine et à mon grand chagrin[1].

Ce que la technique métrologique était en train de susciter dans les fabriques de verre, les docks, les brasseries et les fermes avait lieu également ailleurs dans les marchés du XVIII^e^ siècle. La brillante présentation des changements dans la commercialisation du tissu, en France autour de 1789, par William Reddy, est remarquable à ce sujet. Il met en contraste un dictionnaire de commerce écrit par un inspecteur des douanes du XVIII^e^ siècle, Savary des Brûlons, et un dictionnaire publié sous la monarchie de Juillet par un collectif de banquiers. Le texte de l'Ancien Régime présupposait que les acheteurs de tissu étaient des connaisseurs, des juges habiles de la géographie du tissu et de la riche taxinomie de la composition, du tissage et du grain. Le texte du XIX^e^ siècle était bien plus préoccupé par la production, le poids, la technique. La variation spatiale n'était plus exposée en fonction des qualités ineffables des tissus, mais des complexes industriels d'où ils provenaient. Reddy soutient que ce changement n'était pas une simple conséquence du progrès technique, mais d'une reconfiguration complète du sens de la marchandise, sous-tendue par de nouveaux critères et de nouvelles techniques d'évaluation[2]. Ces valeurs standards pour la qualité de la marchandise furent également des ressources décisives dans les sciences. Considérons par exemple les débats animés parmi les expérimentateurs d'électricité, au début du XVIII^e^ siècle, au sujet des variations de la qualité du tissu, où une connaissance réelle des teintures, des soies et des laines était requise pour des performances valides et pour leur reproduction, et où nous ne devrions

1. Fahrenheit à Boerhaave, 30 mars 1729, *in* Van der Star 1983 (p. 145-149).
2. Reddy 1986.

pas être surpris de voir Francis Hauksbee, Stephen Gray et Charles Dufay comme protagonistes experts en commerce de teintures et de tissu. Le fameux « truc » de Gray pour électriser la soie était directement issu de son habileté manuelle en tant que teinturier, tandis que Dufay était chargé de la direction des ateliers nationalisés des Gobelins. Comparez également la difficile mise en place, par des serviteurs des Habsbourg au milieu du XVIII^e^ siècle en Italie et dans l'Empire, d'une technologie complète de la mesure de la qualité de l'air, d'un ensemble de machines eudiométriques et d'expéditions de terrain destinées à fournir une métrologie pour soutenir la réforme socio-économique, renverser le clergé et aider le grand-duc de Toscane à planter du tabac dans la Maremme. Ces tests mesuraient la teneur en phlogistique de différents échantillons d'air. Le mauvais air devenait ainsi un fait métrologique et météorologique, et sous la morale délicate des experts politiques de Pietro Leopoldo on pouvait voir à quel point précis la corruption de l'air et celle de la société étaient corrélées[1].

L'établissement d'un ordre social qui pût, autant que possible, produire des techniques, et des résultats, aussi fiables que transportables, nécessitait un réseau organisé d'échange des marchandises, et contribua en retour à le renforcer. Dans une récente analyse de la métrologie britannique du XVIII^e^ siècle, Julian Hoppit met en évidence les intérêts locaux et les bénéfices de la standardisation, la volonté politique de remanier les particularismes culturels, et confirme la corrélation entre la métrologie et le statut de la marchandise. La feuille de tabac, dont le statut de marchandise dépendait d'une stricte régulation gouvernementale sur le volume du tonneau, imposée et maintenue dans les plantations de Virginie et les docks de Londres et de Glasgow, est devenue finalement une marchandise fiable grâce à la rigueur des laboratoires de la douane du début du XIX^e^ siècle. Et cette feuille est devenue également une partie du système commercial des fermiers généraux de France, qui a monopolisé son importation de la Virginie par Glasgow. Elle fut ainsi le fonds de commerce d'experts fiscaux importants du XVIII^e^ siècle comme Antoine Lavoisier, qui inspectait les importations de tabac, contrôlait la douane pour les articles qui pénétraient dans la capitale, supervisait les entrées et sorties des articles à travers les murs de douane autour de Paris, et contribua à mettre sur pied une industrie nationale de munitions. Dans le cas de Lavoisier, comme dit Charles Gillispie, c'était « l'esprit de comptabilité poussé au génie ». Néanmoins, Anders Lundgren nous rappelle le rôle idéologique que cette comptabilité pouvait jouer : « Lavoisier s'appuyait

1. Schaffer 1997*a* et 1990.

sur une rhétorique des chiffres. » Il « fit grand usage de l'éloquence de la balance quand il défendit sa nouvelle chimie ». Et cela parce que « la complexité de la réalité chimique, qui ne pouvait pas être idéalisée, aurait pu compromettre cette rhétorique ». La capacité des métrologies à être étendues à travers les cercles sociaux ne pouvait se réaliser sans prémunir ces métrologies de leur pollution par les coutumes de ces cercles[1].

La métrologie comme machino-facture

C'est certainement la leçon de l'étude désormais classique sur la signification sociale de la métrologie, *Les Mesures et les hommes*, de Witold Kula, qui a bénéficié d'une traduction opportune en 1984 sous les auspices des *Annales ESC*. L'analyse détaillée par Kula du passage, dans les cultures européennes, de mesures traditionnelles et corporelles à des systèmes métriques abstraits et universels, a retracé la tendance déshumanisante à l'objectivité, et a trouvé son moment clé dans la France révolutionnaire. Kula soutenait que

> le mètre a transformé un instrument de l'inhumanité de l'homme pour l'homme en moyen de compréhension et de coopération pour l'humanité. Pour la victoire finale du mètre, deux conditions ont dû être satisfaites : l'égalité des hommes devant la loi et l'aliénation de la marchandise.

La politique se reconnaît à coup sûr. Kula conclut son œuvre par un « Post-scriptum en hommage aux préfets ». Contre la virulente attaque postrévolutionnaire de Chateaubriand contre la « mesquine tyrannie » des Jacobins métriques, Kula chantait les louanges de l'État mesuré : « Les préfets tenteront – et parviendront – à unifier d'autres catégories de pensée des hommes soumis à leur administration. […] Jusqu'à ce que vienne un jour où nous nous comprendrons tellement bien que nous n'aurons plus rien à nous dire[2]. » Cet état de repos métrologique utopique n'a pas encore été tout à fait atteint.

L'histoire de Kula prend fin avec le mètre des préfets. Pensait-il que la voie de la métrologie était assurée pour toujours ? Probablement pas, bien que cela ait été le rêve des métrologistes, notamment dans la culture révolutionnaire à laquelle il rendait hommage. Ainsi, l'examen par Mona Ozouf des fêtes révolutionnaires évoque les projets utopiques d'un

1. Hoppit 1993. Pour le commerce de tabac entre Glasgow et Paris, voir Devine 1975 (p. 34-48 et 62-68). Pour Lavoisier, voir Gillispie 1980 (p. 58-65), Lundgren 1990 (p. 259-260).
2. Kula 1984 (p. 275). Comparer avec Alder 1995.

espace ouvert sans qualité, un *dégagement* symbolique qui permettait aux valeurs idoines de proliférer sans être transformées. La difficulté était d'administrer artificiellement des sites où l'emplacement local ne serait plus apparent[1]. Le verbe révélateur est « administrer ». Magnifiquement précis sur le rôle de l'abstraction de l'échange de marchandises, Kula n'a pas grand-chose à dire sur la machino-facture, et trouve « curieux », par exemple, qu'un *cahier de doléances* normand préparé pendant l'été 1789 demande simultanément « la suppression des fermiers généraux, ainsy que celle des mécaniques à filer le cotton, […] et qu'il soit aussy ordonné qu'il n'y ait qu'une seule mesure par toute la province et comme une seule aulne[2] ». Cette juxtaposition ingénieuse de taxation, de machines textiles et de mesures est assurément symptomatique de la conjoncture politique, scientifique et militaire du monde postrévolutionnaire. La standardisation était à la fois une obsession technique et un problème moral et politique. En 1785, Thomas Jefferson, lors de son séjour à Paris en qualité d'ambassadeur américain, visita un projet avorté d'armurerie où le principe des parties interchangeables était en vigueur. La même année, il écrivit un célèbre pamphlet affirmant que le nouvel État américain, « le peuple élu de Dieu », devait « laisser [ses] ateliers en Europe », de peur que la technologie ne les corrompît. Dans les années 1790, Eli Whitney conçut dans la foulée une égreneuse de coton et un système mécanisé de dépôt d'armes, mais les techniques d'interchangeabilité et de production de masse, qui soutenaient simultanément une économie esclavagiste dans les États du Sud, les manufacturiers du coton du Lancashire et l'industrie d'armement de la Nouvelle-Angleterre, mirent des décennies à se développer à partir de ces premiers projets. À la fin de cette décennie, à peine revenu des États-Unis, Marc Brunel entama sa collaboration avec Bentham et l'ingénieur en mécanique de précision Henry Maudslay pour mettre en place à Portsmouth un système complet de production de masse de chapes de poulies standardisées pour la Royal Navy, la principale force contre-révolutionnaire en Europe, se servant des revenus amassés par le système douanier de William Pitt pour détruire, dans un mélange de discipline militaire et de contrôle métrologique, toute une culture traditionnelle du bois dans le monde des chantiers navals. Mais un strict contrôle militaire sur les chantiers navals empêcha l'application de ces types de production en dehors de la zone de Portsmouth[3].

Au début du XIX^e^ siècle, la manufacture standardisée n'était ni incontestée

1. Ozouf 1976 (p. 205-259).
2. Kula 1984 (p. 206).
3. Rolt 1986 (p. 96-97 et 148-151) ; pour Whitney, voir Smith 1981 (p. 45-61) ; pour Jefferson, voir Kasson 1977 (p. 16) ; pour Portsmouth, voir Linebaugh 1991 (p. 371-401).

ni irrésistible, mais cette nouvelle culture était le terrain de la reconstruction de la métrologie scientifique. Les standards industriels émergèrent dans les ateliers du système automatique de Maudslay dans le sud de Londres, où des ingénieurs comme Clement, Withworth et Nasmyth apprirent puis exercèrent leur métier avec des tours mécaniques, des vis de précision et des surfaces planes. Un exemple en fut le développement en 1841 par Withworth d'un standard de vis en termes de degré et de taille. Ces ateliers étaient également la source immédiate des représentants publics les plus visibles de cette standardisation, comme les machines à calculer du mathématicien basé à Londres Charles Babbage, sa nouvelle notation panoptique pour représenter les performances mécaniques et prolétariennes, et ses pamphlets en faveur de « tables universelles des constantes de la nature et de l'art[1] ». La métrologie du XIXe siècle ne peut être comprise sans cette économie politique des machines-outils et ses applications militaires et industrielles. Les horlogers suisses, soutient David Landes, ont obtenu l'hégémonie du marché mondial au début du XIXe siècle en partie grâce à des observations chronométriques minutieuses à Genève et à Neuchâtel, faites pour contester le pouvoir du réseau de l'observatoire de Greenwich. Le système électrique de la distribution du temps lancé le long des lignes du télégraphe de Greenwich n'a pas eu plus d'importance dans la standardisation et la dénaturation du temps que le système suisse d'observatoires et d'ateliers. En Prusse, comme le montre Eric Brose, l'engagement militaire pour obtenir le contrôle du processus de production, dirigé par la Commission de l'armée pour la science et la technologie, fut particulièrement visible dans les tests de Dreyse puis dans la production de masse de fusils à aiguille à partir de 1840. Au même moment, avec les mêmes systèmes technologiques de tours à rotation et de vis de précision, des fabricants d'instruments fournirent à des astronomes prussiens tels que Friedrich Bessel des procédés micrométriques qui posaient des nouveaux standards pour la production de données sur les phénomènes célestes et terrestres. De là émergèrent, par exemple, des systèmes très différents de standards de précision en France et en Allemagne pour la géodésie, l'astronomie et la topographie. De tels choix technologiques s'accompagnaient de changements particulièrement importants dans les techniques de discipline et de contrôle, que ce soit par l'exercice dans les casernes ou par l'analyse de l'erreur dans les séminaires de mathématiques. La solidarité comptait, et elle était maintenue par la compatibilité. Marie-Françoise Jozeau écrit au sujet des techniques de Bessel : « [Ces mesures] sont plus destinées

1. Rolt 1986 (p. 99-129), Musson 1975, Schaffer 1994 (p. 203-227), Ashworth 1996 (p. 629-653).

à susciter l'accord entre savants qu'à atteindre la vraie valeur de l'objet mesuré[1]. »

Parallèlement à ce complexe militaro-industriel de standardisation rigoureuse, on accorda également une nouvelle attention aux limites dans lesquelles les valeurs pouvaient circuler. Préoccupés par la distribution spatiale de systèmes techniques standardisés, les ingénieurs militaires français de la Restauration, selon André Guillerme, développèrent « une nouvelle catégorie de pensée – le réseau ». Un aspect clé de cette catégorie était qu'elle définissait un territoire connaissable, contrôlable, qui ne pouvait pas facilement être étendu sans peine, conflit, crise ou guerre. Il y avait également des limites sociales à la métrologie. Brose cite les études des théoriciens militaires prussiens sur les moyens de combiner un modèle classique de la guerre héroïque avec les contraintes du système de production militaire. La solution fut de moraliser la discipline de corps des troupes prussiennes en fonction de la précision des armes qu'elles portaient. Ces métrologies du XIX^e^ siècle propageaient des systèmes moraux et géographiques autant qu'elles en dépendaient. Elles contribuaient à produire les instruments dont on se servait pour expliquer leur sens[2]. Le plus puissant de ces instruments était bien sûr la nature elle-même. Dans une série de débats aussi fascinants qu'ingénieux, les physiciens du XIX^e^ siècle établirent que la nature était faite d'éléments de standardisation tout à fait comparables à ceux qu'ils voyaient dans les forces armées et les usines. Puis ils recouraient à ce fait pour justifier l'utilisation de ces éléments naturels selon les besoins de l'industrie et de l'Empire. Un exemple frappant, comme l'ont bien démontré récemment Robert Brain et Norton Wise, se trouve dans les débats au sujet des méthodes d'ingénieur utilisées par Helmholtz et ses jeunes collègues de Berlin, dans les années 1840, pour l'analyse des muscles et des systèmes mécaniques. Ils montrent clairement la puissance d'une métrologie militaro-industrielle de l'énergie musculaire humaine, et ils montrent également à quel point ces projets entraient en conflit avec des cercles prussiens indifférents au lien entre machines, argent et valeur humaine[3]. Des situations problématiques comparables apparurent dans la Grande-Bretagne victorienne. Dans un influent manuel méthodologique, l'astronome John Herschel, le plus important admirateur de Bessel en Grande-Bretagne, soutenait que la mesure de précision révélait que tous les atomes de même type étaient absolument interchangeables.

1. Landes 1983 (p. 290-291), Brose 1993 (p. 171-181), Olesko 1991 (p. 66-74), Jozeau 1994 (p. 106).
2. Guillerme 1992 (p. 163), Brose 1993 (p. 182-187).
3. Brain et Wise 1994.

> Une rangée de machines à tisser, ou un régiment de soldats habillés exactement de la même façon, faisant exactement les mêmes mouvements, ne nous donnent pas l'idée d'existence indépendante : nous devons les voir agir en dehors de l'ensemble pour être en mesure de croire qu'ils ont une volonté propre et des propriétés indépendantes.

Les usines et les casernes étaient des signes efficaces de contrôle. Le désordre était la marque d'une autonomie capricieuse. Ainsi, concluait Herschel, puisque le monde atomique se révélait partout identique, ses atomes possédaient « en même temps les caractéristiques essentielles d'un *article manufacturé* et d'un *agent subordonné* ». Les valeurs de l'uniformité d'atelier fournissaient les valeurs de la mesure de précision dans les sciences modernes[1].

La métrologie comme impérialisme

En quel sens, dès lors, doit-on comprendre « l'internationalisme » de ces sciences ? Lecourt revient explicitement sur un moment perdu, la fin du XIX^e^ siècle, quand, dit-il, « une Europe en pleine effervescence intellectuelle s'appliquait à l'élaboration d'un vocabulaire qu'elle envoyait par-delà ses frontières » : l'Europe de Mach, Boltzmann, Hertz, Maxwell, Thomson et Poincaré. Les laboratoires de ces hommes étaient conçus pour entraîner leur équipe aux principales tâches des nouvelles sciences du travail mécanique, thermique et électromagnétique. La mesure exacte et la gestion des machines devinrent des prérequis pour un grand nombre de travailleurs de laboratoire. Les standards de l'équivalent mécanique de la chaleur et de la résistance électrique furent établis dans des laboratoires nouvellement disciplinés de physique expérimentale et d'ingénierie. Mais de telles communautés définissent leur solidarité par rapport à ce qu'elles excluent. Il est nécessaire de juxtaposer les centres métropolitains avec d'autres sites de résistance, de changement et de transformation, que ce soit un atelier à Glasgow, un réseau de voies ferrées en Argentine ou une station de télégraphe à Suez. Le pouvoir de la physique sur son monde réclamait un empire étendu et divers pour des pratiques aussi complexes[2].

Il est commode d'exagérer le centralisme et l'homogénéité de ces empires technologiques. Comme Armand Mattelard l'a récemment soutenu, en

1. Herschel 1830 (p. 38).
2. Lecourt 1993 ; pour les nouvelles sciences du travail, voir Smith 1998 et Nye 1996.

ce qui concerne les systèmes européens de la distribution du temps et la télégraphie par câble :

> La dépendance, à l'égard de la technologie, des ingénieurs et des opérateurs étrangers prend une signification différente à mesure que l'on s'éloigne du cœur du système. […] Ces quelques exemples historiques de la fonctionnalité des systèmes de communication ne doivent pas pour autant faire oublier une autre histoire : celle des chemins erratiques suivis par chaque nation dans l'implantation et l'usage de ses réseaux, au-delà ou en dépit de la dépendance[1].

Au lieu de se concentrer sur Paris, Berlin ou Prague, sur les salles de conférences, les laboratoires et les expositions, il est tout aussi important d'aller voir ailleurs. L'Égypte, site stratégique pour la compétition impériale, coloniale et technique du XIX^e^ siècle, en est un exemple. Voilà un lieu où le rôle des préfets métrologiques de Kula fut évident. En 1803, Conrad Malte-Brun, l'un des principaux géographes français, faisait le bilan des conséquences des efforts napoléoniens pour standardiser l'Égypte. « Le Caire s'est livré aux Français. La ville n'a nullement souffert dans les mains de son conquérant et ses monuments, coutumes et religion ont été respectés. » Mais, poursuivait le géographe mathématicien, « il a été nécessaire d'éradiquer toutes les distinctions politiques et religieuses, d'accoutumer des hommes de religion différente à obéir aux mêmes lois et de changer la nature de la propriété ». L'Égypte fut soumise dans les six premières décennies du XIX^e^ siècle à une administration de l'enseignement bonapartiste puis benthamite, à une planification urbaine rationaliste, à la substitution à grande échelle de son économie diversifiée par une production de coton monolithique destinée aux usines du Lancashire, et, après l'ouverture du canal de Suez en 1869, aux affaires touristiques bien organisées de Thomas Cook. Elle est restée un site où les empires de la science européenne étaient mis à l'essai et où, par contraste, des modèles de l'exotique, de l'étrange et de l'étranger étaient développés. « Nulle part ailleurs dans le monde au XIX^e^ siècle, écrivait Tim Mitchell au sujet du coton égyptien, on ne connut une transformation à plus grande échelle pour servir la production d'une seule industrie. » Considérons donc une série d'initiatives (rarement réussies) européennes dans le déplacement du contrôle, de la technique et de l'imposition des valeurs[2].

En avril 1859, une équipe d'ingénieurs experts britanniques et allemands vint à Alexandrie pour entreprendre de poser un câble sous-marin de

1. Mattelart 1994 (p. 192 et 197).
2. Pour Malte-Brun, voir Godlewska 1994 (p. 45). Pour le sort de l'Égypte, voir Mitchell 1991 (p. 15-21) et Cole 1993 (p. 23-83).

télégraphe le long de la mer Rouge jusqu'à Suez. Dans le sillage de la révolte des cipayes deux ans auparavant, le gouvernement britannique encourageait les mesures d'urgence pour mettre en place des liens de communication avec le joyau de son empire. Une nouvelle entreprise fut créée pour poser le câble à travers la Méditerranée et de l'Égypte à Karachi. L'équipe envoyée en Égypte comportait plusieurs experts en télégraphie, parmi les plus importants d'Europe. Présent sur les docks à Alexandrie, il y avait Robert Newall, patron de la fameuse compagnie de fil de cuivre de Birkenhead, chargée de poser le câble. Il y avait également certains des alliés les plus proches du physicien de Glasgow William Thomson : le jeune ingénieur Fleeming Jenkin, ainsi que Lewis Gordon, partenaire de Newall et ancien professeur en ingénierie à Glasgow University. Enfin, non des moindres, il y avait Werner Siemens, l'électrotechnologue embauché pour fournir l'équipement télégraphique et contrôler les défauts des câbles. En touristes bien équipés, le groupe prit le temps de visiter les pyramides. En physiciens et ingénieurs bien équipés, ils passèrent l'été à poser un câble le long de la mer Rouge, échappant de peu à un naufrage désastreux sur le chemin du retour vers l'Égypte en septembre. La destinée du câble fut moins heureuse. À la fin de 1859, il tombait en panne sans avoir transmis le moindre signal, une perte de plus de 800 000 livres pour le gouvernement britannique[1].

Six ans plus tard, en novembre 1864, une expédition moins onéreuse mais très bien équipée fit le voyage de Grande-Bretagne en Égypte. Son chef de file était l'astronome royal d'Écosse Charles Piazzi Smyth. Brillant photographe amateur, Smyth était également une autorité mondiale dans l'utilisation d'instruments de mesure de précision en astrophysique et en spectroscopie. Il vint pour examiner la Grande Pyramide avec un équipement d'une précision sans précédent, les plus exacts théodolites et clinomètres d'Édimbourg. Il choisit le tombeau le plus profond de la Pyramide pour prendre la toute première photographie avec flash de l'histoire, et un tombeau extérieur pour établir un magasin d'instruments de fortune. Smyth ambitionnait de prouver que les dimensions de la Pyramide étaient commensurables à celles du système solaire et de l'univers, attestant ainsi son origine comme « monument métrologique » inspiré par Dieu. Après une année de travail à Gizeh, Smyth fut convaincu non seulement de l'origine divine de la construction mais que l'unité utilisée par ses constructeurs était exactement un yard de l'Empire britannique. Le statut moral du système britannique de mesures était ainsi protégé contre des rivaux étrangers, notamment français et

1. Siemens 1966 (p. 130-145), Headrick 1988 (p. 100).

athées, tandis que, par un saisissant renversement historique, l'Égypte se révélait être un site originel des valeurs britanniques, malheureusement recouvert par des envahisseurs arabes étrangers et usurpateurs. Smyth convainquit également des alliés influents comme le physicien de Manchester James Prescott Joule et William Petrie, électricien évangélique et ingénieur des chemins de fer qui était au Caire pour aider à la construction du nouveau réseau de chemins de fer britanniques du pays. Ils reconnurent que la Pyramide « forme en elle-même, dans toute sa simplicité et son antiquité majestueuses, une représentation unique de tout ce que les humains ont produit abondamment, laborieusement et très coûteusement sur la distance au soleil, même à l'époque actuelle ». Les résultats de Smyth provoquèrent des critiques acerbes, d'abord d'une équipe de l'état-major britannique envoyée en 1869 pour cartographier les lieux saints du christianisme, puis du jeune égyptologue Flinders Petrie, le fils du premier collaborateur de Smyth. Malgré de populaires conférences une fois de retour en Grande-Bretagne, le soutien d'une grande partie de la communauté des ingénieurs des chemins de fer américains et une opposition répandue aux dangers de la métrisation, Smyth ne parvint jamais à convaincre suffisamment de collègues que le yard était une relique divine enfouie dans la culture de l'Égypte antique[1].

L'une des connaissances les plus sceptiques de Smyth était son homologue l'astronome royal George Airy. En décembre 1874, Airy envoya une équipe d'officiers militaires britanniques en Égypte pour observer le transit de la planète Vénus le long du disque du Soleil comme moyen d'estimer la distance du Soleil à la Terre. Smyth et Petrie estimaient que la distance était exactement 1 000 millions de fois la hauteur de la Pyramide. D'autres astronomes avaient besoin d'une valeur fiable pour fixer l'unité astronomique. Ils bénéficièrent de la coopération totale du souverain d'Égypte, le khédive Ismail. L'astronome attitré du khédive, Mahmoud Bey, qui travaillait à Abbaseyeh, observa le moment où la planète semblait quitter le disque du Soleil. Selon Airy, « le khédive rendait tous les services possibles ». Les observateurs britanniques et leurs fragiles instruments étaient protégés par les gardes militaires. On posa des fils télégraphiques depuis les observatoires de Louxor jusqu'à Alexandrie, de là vers la Grande-Bretagne, par la ligne sous-marine la plus longue du monde ; cette tentative fructueuse, administrée par le monopoliste du télégraphe de Manchester, John Pender, succéda en 1869 au câble calamiteux de la mer Rouge posé dix ans auparavant. « L'astronome royal reconnaît les obligations

1. Smyth 1867 (vol. 1, p. xii) et 1877 (p. 54), Brück et Brück 1988 (p. 95-134), Schaffer 1997*b*.

de l'expédition envers la libéralité de l'*Eastern Telegraph Company*, qui a donné les moyens de déterminer avec une extrême précision et une grande facilité la longitude de la station principale. » À la fin de 1877, Airy avait rassemblé les résultats de ces observations, faites sur des bases britanniques tout autour du monde, du cap de Bonne-Espérance jusqu'à Melbourne. Ils donnaient une distance solaire de 91 millions de miles environ, nettement moins que les 95 millions de miles admis depuis le XVIII^e siècle. Mais les résultats furent uniformément reconnus comme faux. L'atmosphère de Vénus provoquait des différences d'observation de 30 secondes environ. L'incertitude sur la distance solaire allait jusqu'à 1,5 million de miles. « Cette grande campagne, commentait un observateur contemporain, n'a débouché sur rien[1]. »

En juin 1882, un autre groupe de soldats britanniques vint en Égypte pour une autre grande campagne. Dans l'intervalle, Ismail avait contracté des dettes inacceptables pour ses créanciers européens. Il avait été déposé en faveur de son fils Tufik qui perdit rapidement le soutien de la population égyptienne criblée de dettes et fut contraint de nommer un ministre nationaliste à l'automne 1881. À la suite de manifestations anti-européennes au Caire et dans d'autres villes, le gouvernement de Gladstone envoya une force punitive. Alexandrie ne fut plus qu'un tas de décombres après dix heures de bombardement naval. Les Britanniques mirent en place une nouvelle société d'ingénierie des chemins de fer, et des lignes de télégraphe furent posées de la côte jusqu'aux villes de l'arrière-pays. En août 1882, 20 000 soldats, soutenus par les nouvelles mitrailleuses Nordenfeldt et sous le commandement de Garnet Wolsely, détruisirent l'armée égyptienne à Tel el-Kebir et imposèrent le commandement britannique dans tout le pays. L'historien officiel du ministère de la Guerre commenta ainsi : « Il est difficile d'imaginer un objectif mieux calculé pour impressionner une population orientale que le déploiement de cet arsenal par cette petite armée qui, en si peu de temps, a décidé du sort de l'Égypte. » Encore une fois, Tim Mitchell prend comme exemple ces événements pour nous apprendre que

> le colonialisme global est apparu non seulement comme une méthode locale pour maintenir l'ordre, cherchant à agir sur des esprits et des corps individuels, mais comme un processus continuellement en train de se narrer, de se figurer et de se représenter à ses propres yeux,

1. Pour la hauteur de la Pyramide, voir Smyth 1877 (p. 51-52). Pour l'expédition du transit, voir Lockyer 1877 (p. 1-3), Clerke 1908 (p. 235-237) ; Smyth donne son verdict dans 1877 (p. 56-57).

et les métrologies militantes étaient à la fois un indice et un motif de ce processus[1].

La métrologie comme discipline

Les histoires traditionnelles ont vu peu de relation entre ces expéditions successives en Égypte. Mais sans les standards fiables de la télégraphie sous-marine, ni la longitude des observatoires temporaires des astronomes, ni le réseau de communications de l'armée britannique n'auraient été assurés. Et la fiabilité de ces câbles dépendait de celle des valeurs de la métrologie électrique établie dans les nouveaux laboratoires de physique et d'ingénierie de la Grande-Bretagne de Thomson ou de l'Allemagne de Siemens[2]. Néanmoins, la relation entre les valeurs établies dans les laboratoires de physique et celles qui fondaient l'impérialisme était encore plus étroite. Des scientifiques de la fin du XIX^e^ siècle rejoignaient des réseaux dans lesquels des machines, des valeurs et des pratiques standards étaient distribuées dans le monde entier. L'impérialisme, la production de masse et la métrologie dominaient leur univers. Les philosophes appellent le problème de la projection d'un succès local réel à une validité globale supposée le « problème de l'induction ». Les physiciens européens et les politiciens de la fin du XIX^e^ siècle l'abordaient comme le problème du contrôle impérial et commercial à longue portée. Au début des années 1870, le professeur de physique de Cambridge James Clerk Maxwell établit la relation entre les standards scientifiques et les espaces géopolitiques. Il soutenait que

> le manque d'unité se ressent à l'achat et à la vente. […] La fin et le but de toute unité est de rendre intelligibles et précis tous les contrats et autres déclarations impliquant des quantités […] Ce fut toujours le souci des gouvernements sages de fournir des standards nationaux et de punir l'utilisation d'autres standards. L'homme d'affaires exige ces standards au nom de la justice, l'homme de science les exige au nom de la vérité, et il est du ressort de l'État de voir si nos mesures sont maintenues uniformes[3].

Maxwell résumait un lieu commun émergeant dans la physique de la fin du XIX^e^ siècle : le rôle de l'État, la signification de la géographie commerciale

1. Mitchell 1991 (p. 128-130), Cole 1993 (p. 235-241).
2. Schaffer 1999 (p. 457-478), Hunt 1997.
3. Les remarques de Maxwell se trouvent dans « Dimensions of Physical Quantities », Cambridge University Library MSS ADD 7655 V h.4. Le document doit être ultérieur à 1867 et probablement antérieur à 1873. Comparer avec les remarques très similaires de Helmholtz citées dans Cahan 1994 (p. 575-576).

et la dignité des valeurs universelles étaient toutes des composantes essentielles de cette culture. Afin de s'assurer que leur propre technique domestique pût être appliquée ailleurs, les membres de cette culture durent concevoir de nouveaux procédés de travail pour leurs ouvriers et de nouvelles technologies, assez robustes pour circuler dans le monde au-delà de leur contrôle immédiat. Dans sa remarquable étude du système des chemins de fer de la modernité, sous-titrée significativement : « L'industrialisation du temps et de l'espace au XIXe siècle », Wolfgang Schivelbusch met en évidence le rôle décisif joué par les chemins de fer dans la distribution et la discipline des valeurs standards, des combustibles, des vis, des jauges, des hôtels, des aliments congelés, des horaires, du paysage et des passagers. En termes très semblables, Otto Sibum a montré la relation, à cette époque, entre des estimations soigneusement standardisées de la valeur du pur travail et la distribution à grande échelle des machines et des forces de travail disciplinées. Schivelbusch comme Sibum relèvent le système de la crémaillère, étrangement favorisé pendant longtemps par des ingénieurs comme moyen de locomotion par voie ferrée. Ils citent la conception de l'ingénieur allemand Franz Reuleaux (1878) selon laquelle le déclin systématique de la crémaillère et l'intégration inéluctable de la voie ferrée comme un complexe de machines unique étaient l'essence du processus de civilisation de la modernité : « La liberté cosmique du phénomène naturel est transformée par la machine en un ordre et une loi que les forces extérieures habituelles sont incapables de perturber[1]. » Bien sûr, les ennemis des chemins de fer admettaient que la discipline mécanique *isolait* la culture de la nature, mais ils en déduisaient un remplacement des valeurs réelles par des valeurs inauthentiques. Ainsi Charles Dickens en 1848 se déplaçait habilement entre la culture standardisée et le manque de jeu du système ferroviaire lui-même :

> Il y avait des modèles « chemins de fer » dans les boutiques des drapiers [du quartier], des journaux du chemin de fer aux devantures de ses libraires ; il y avait des hôtels, des bureaux, des garnis, des pensions du chemin de fer ; des plans, des cartes, des vues, des enveloppes, des bouteilles, des boîtes à sandwiches, des horaires du chemin de fer ; des stations de fiacres et voitures de louage du chemin de fer ; des omnibus, des rues et des bâtiments du chemin de fer, des badauds et des parasites du chemin de fer et d'innombrables flatteurs du chemin de fer. Il y avait même une heure du chemin de fer suivie par les pendules, comme si le soleil lui-même avait cédé. Pleins d'admiration, des membres du Parlement qui, guère plus de vingt ans auparavant, s'étaient moqués des folles théories ferroviaires des ingénieurs filaient maintenant la

1. Schivelbusch 1986 (p. 19-20 et 169), Sibum 2002.

> montre à la main et se faisaient précéder de messages par télégraphe électrique pour annoncer leur arrivée. Jour et nuit, les machines conquérantes s'approchaient doucement du terme de leur voyage, et pénétraient en glissant comme des dragons apprivoisés dans les rainures creusées au centimètre près pour les recevoir. Elles y demeuraient, bouillonnantes et tremblantes, comme si elles se gonflaient de la connaissance secrète d'une grande puissance encore insoupçonnée en elles et de grands desseins encore inaccomplis[1].

Les grands desseins étaient les objets de la métrologie. L'action rationnelle était censée être protégée des jugements de valeur et de forces naturelles imprévisibles.

L'analyse pénétrante par Sibum des sciences du travail au XIX^e^ siècle montre à quel point l'assurance autarcique d'un savoir exact et transférable reposait sur les compétences informelles d'un complexe d'habitudes et de pratiques corporelles. L'équilibre des standards et des tolérances incarnait les valeurs de la civilisation industrielle. L'intégrité des données rassemblées par les physiciens européens reposait sur les disciplines explicites et implicites auxquelles les observateurs avaient été soumis, et sur les techniques et le matériel avec lesquels ils avaient été entraînés. Avant le transit de Vénus en décembre 1874, Airy transforma son observatoire en quelque chose de comparable à un camp militaire. Dans tous les quartiers généraux d'Europe, chaque observateur devait être testé face à un modèle artificiel du transit pour mesurer son temps de réaction particulier, ou « équation personnelle ». Selon un astronome victorien, « chaque observateur sortait étiqueté de son équation personnelle, les sens exercés à une espèce de discipline martiale, les facultés absorbées, autant que possible, par l'action d'une machine cosmopolite d'observation ». L'échec relatif du transit montra à quel point cette discipline était fragile, et cette fragilité se retrouvait dans les controverses sur la physique de la lumière et la mécanique du système solaire[2]. C'est exactement le même genre de mécanisation cosmopolite qui était requis pour maintenir la cohérence du système télégraphique, ainsi que l'autorité avec laquelle les physiciens se déplaçaient entre les expériences de laboratoire électromagnétiques et la technologie des câbles sous-marins en eaux profondes. La physique des câbles n'était pas l'application facile de l'expérimentation et de la théorie à des constructions d'envergure mondiale. En fait, la véracité des modèles électromagnétiques rivaux rapidement développés dans les années 1850 et la viabilité de systèmes télégraphiques de grande portée furent établies

1. Dickens 1956 (p. 253).
2. Perry 1876 (p. 39-66 et 52), Clerke 1908 (p. 235).

simultanément[1]. Mais il était toujours difficile de dire si l'échec était dû à des problèmes spécifiques de théorie, de conception, d'intempéries ou d'incurie. Tout un complexe de matériel, dont l'essentiel avait été conçu par Thomson et Siemens, entourait le câble télégraphique pour contrôler et réguler sa performance. Ce matériel demandait aussi de nouveaux corps de télégraphistes et d'ingénieurs entraînés dans les laboratoires européens et les écoles d'ingénieurs européennes. Maxwell résuma le problème au tout début de son *Traité d'électricité et de magnétisme* (1873) :

> Les importantes applications de l'électromagnétisme à la télégraphie ont aussi eu leur effet sur la science proprement dite, en donnant aux mesures électriques exactes une valeur commerciale, en permettant aux électriciens de faire des instruments un usage bien autrement étendu que ne le comporte la pratique ordinaire du laboratoire[2].

Afin que l'usage de cet appareil à grande échelle puisse valoir comme test de la théorie électromagnétique, les physiciens devaient s'assurer que les bateaux, les usines de câble et les stations de télégraphe étaient suffisamment disciplinés. Afin que les ingénieurs et les organisateurs impériaux croient aux histoires des physiciens, ils devaient s'assurer que ce qui fonctionnait dans les laboratoires métropolitains fonctionnerait également au fond des mers. Les ingénieurs ne pouvaient que trop facilement rejeter les recettes électromagnétiques comme des « fictions des écoles[3] ». La confiance mutuelle ne pouvait être garantie que par la transformation systématique de l'ordre. Les physiciens et les entrepreneurs comprirent immédiatement la nécessité d'un « assistant philosophique et d'un homme pratique », de quelqu'un qu'ils pouvaient envoyer en toute confiance à bord des bateaux partis d'Europe pour poser les câbles. C'est pourquoi des hommes comme Jenkin furent envoyés sur ces expéditions pour en faire des terrains d'expérimentation de théories physiques rivales et pour mieux garantir leur succès technique. Mais, après les échecs spectaculaires des câbles de l'Atlantique et d'Inde à la fin des années 1850, comme Siemens le rappelait lui-même, les ingénieurs blâmèrent le « charlatanisme scientifique » de leurs théoriciens enclavés, tandis que les physiciens blâmaient l'indiscipline des techniciens et des hommes d'affaires. La nécessité d'une « direction et d'une administration efficaces » était la condition de la création de l'empire de la physique. Les espaces qui échappaient à sa direction, que ce soient les travaux de câble

1. Morus 1991 (p. 22).
2. Headrick 1988 (p. 102-103), Scott 1958 (p. 33-42), Maxwell 1885.
3. Hunt 1991 (p. 10).

de Newall ou le trésor égyptien, furent facilement représentés comme le règne de l'indiscipline[1].

Nulle part les valeurs de l'empire de la métrologie ne furent plus apparentes que dans le contraste saisissant entre le comportement soi-disant fiable et précis des instruments et des assistants scientifiques, et l'hostilité, l'incompréhension ou la répugnance des cultures étrangères. Les sermons des valeurs modernes enseignaient la force de ce contraste séduisant et autosatisfaisant. « L'Européen est un raisonneur exact », observait l'administrateur britannique de l'Égypte en 1882, Lord Cromer. « Ses expressions sont dépourvues de la moindre ambiguïté, son intelligence aguerrie fonctionne comme la pièce d'un mécanisme. » Par contraste, selon Cromer, « l'esprit de l'Oriental, comme ses rues pittoresques, manque éminemment de symétrie. Son raisonnement est d'une facture extrêmement négligée ». Les orientalistes apprécieront ce que Smyth appelait « Le Caire et ses rues étroites, sa population aux vêtements tapageurs et ses bazars surpeuplés ». Mais dans les années 1860 il y vit un obstacle « pour un homme aux ressources modestes et avec une tâche définie à accomplir en un temps limité ». Il marquait un contraste tranché entre sa maîtrise des meilleurs instruments de précision britannique et la défiance autant que l'incompétence arabes à l'égard de ces appareils. Les instruments européens étaient « la preuve à leurs yeux qu'un Européen ne peut pas se lancer dans la moindre occupation sans *regarder à travers* quelque dispositif étrange et compliqué – tandis qu'un Arabe n'a qu'à voir directement une chose à l'œil nu pour percevoir d'un coup son fonctionnement ». L'universalité supposée des valeurs incarnées dans les instruments européens et la physique européenne signifiait que d'autres nations pouvaient être jugées par l'incapacité à les partager. Sans aucun doute, comme Michael Adas l'a récemment démontré, la capacité limitée à faire fonctionner ces techniques ingénieuses ailleurs sur terre fut considérée par ses partisans comme un signe de la supériorité innée de la culture qui les avait inventées[2].

La métrologie comme valeur

Ceci est une conclusion pessimiste. Les métrologies incarnent et distribuent des valeurs rivales, elles ont trop souvent été en liens étroits avec la militarisation, et elles sont rarement indépendantes des intérêts de la

1. Smith et Wise 1989 (p. 664-667 et 678), Siemens 1966 (p. 120 et 128), Olesko 1996.
2. Smyth 1867 (vol. 1, p. 20 et 299-300), Adas 1989 ; Lord Cromer est cité dans Said 1978 (p. 38).

lutte des classes et des nations. Comme le dit lapidairement le métrologue en chef britannique victorien George Airy, astronome royal : « Quand elle cesse d'être de l'ordre de la routine, je pense que l'autorité d'un gouvernement est défaillante[1]. » Il voulait dire que les institutions scientifiques de l'État ne pouvaient jamais innover légitimement ni favoriser les découvertes : elles ne pouvaient que produire de la régularité. Mais il croyait également que les institutions d'État seraient toujours capables de produire cet ordre en tout lieu. C'est cette tension entre le changement héroïque et l'uniformité banale qu'incarnent les institutions métrologiques. Ainsi Musil observe « qu'il serait intéressant de savoir, au sujet d'un nez rouge, par exemple, pourquoi l'on se contente de la vague affirmation qu'il est rouge, sans jamais demander de quelle nuance particulière de rouge il s'agit, alors que cela pourrait être exprimé précisément en micromillimètres, en termes de longueur d'ondes, et que dans le cas de quelque chose d'infiniment plus compliqué, comme une ville dans laquelle on se trouve par hasard, l'on veut toujours savoir exactement de quelle ville particulière il s'agit[2] ». Il n'est guère surprenant que des historiens de la métrologie aient trouvé des ressources si précieuses dans des analyses contemporaines, wittgensteiniennes et wébériennes, de la crise de la modernité, conçue comme la routinisation du charisme dans une bureaucratie légaliste.

Les études récentes de Theodore Porter sur l'objectivité, la standardisation et l'évaluation dans le domaine de l'analyse du coût et du profit ou des mesures d'espérance de vie – son domaine privilégié étant l'estimation de la valeur financière d'une vie humaine – estiment que l'expansion de la standardisation des mesures est censée réduire la possibilité de décisions arbitraires sous la pression des contraintes de la responsabilité publique. La valeur des standards est la neutralité plutôt que la vérité. « La rhétorique de la quantification, soutient Porter, a prospéré dans un contexte qui se caractérise par la croissance simultanée de la démocratie et de la bureaucratie centralisée. » L'affranchissement des valeurs, dans cette optique, prospère dans des cultures convaincues de la valeur morale de certaines valeurs. Porter démontre qu'il y a une profonde connexion entre la politique de l'État libéral-industriel et le développement des technologies universelles de mesures standardisées[3]. Une version alternative et complémentaire se pose moins de questions sur la situation

1. Airy, cité dans Royal Commission on Scientific Instruction and the Advancement of Science 1871-1875, q. 10492.
2. Le travail expérimental de Musil à Berlin comprenait le développement d'un chronomètre standardisé.
3. Porter 1994 (p. 227).

des métrologies dans l'ordre social et considère plutôt les systèmes métrologiques eux-mêmes comme des formes d'ordre social. Bruno Latour soutient « qu'il [faut] investir un effort beaucoup plus grand pour étendre la science que pour la faire » et il définit la métrologie comme « cette gigantesque entreprise consistant à faire de l'extérieur un monde intérieur dans lequel les faits et les machines peuvent survivre » : non pas, remarquez, un monde nécessairement conçu pour la survie des citoyens de l'État capitaliste, mais pour celle des *machines*[1]. En suivant les suggestions de Latour, Joseph O'Connell a récemment examiné les systèmes métrologiques dans le domaine de la santé, de l'électrotechnologie, et, choix révélateur, dans les industries militaires modernes. O'Connell considère ces réseaux si laborieusement administrés par les techniciens, les industriels, les scientifiques et les bureaucrates comme autant de sociétés, et défend une nouvelle histoire sociale d'entités telles que le volt : « Un collectif distribué connecté par des relations structurées, en constant renouvellement, d'échange et d'autorité. » Les technologies des standards sont ici considérées non pas comme l'effet mais comme l'incarnation des relations sociales[2].

O'Connell examine le déplacement de standards *artificiels*, comme ceux construits par les forces de travail en laboratoire des physiciens britanniques, dans les années 1870 et 1880, qui cherchaient un objet pouvant représenter avec assurance l'unité de la résistance électrique, en standards *intrinsèques*, dans lesquels, depuis 1990, l'ohm doit être rétabli par des mesures locales du quantum de l'effet Hall (qui peut, en principe, être testé dans chaque laboratoire concerné). La transformation de standards artificiels en standards intrinsèques va de pair avec la documentation centralisée et l'incarnation décentralisée. O'Connell fait de ce déplacement une véritable Réforme métrologique – les organisations des standards se sont effacées pour permettre un accès direct à l'ohm par tous les communiants, les ohms locaux ne sont pas considérés comme capables de corruption et aucune communion périodique supplémentaire entre l'ohm absolu et ses représentants locaux n'est jugée nécessaire. La sacralisation explicitement sociale de ces absolus est remplacée par une confiance apparemment plus naturaliste dans la compétence de chaque laboratoire communiant. Ainsi les deux versions considèrent la distribution de standards comme étant reliée à la routinisation du charisme, même sous des modes différents. Pour Porter, l'histoire de la métrologie complète ce que Weber appelait « l'exécution des affaires en fonction de

1. Latour 1989 (p. 609 et 607).
2. O'Connell 1993 (p. 166). Comparer avec Barry 1993.

règles calculables et sans acception de personnes » ; pour O'Connell, cette histoire favorise un ascétisme universaliste de la communauté de tous les croyants[1]. Les deux versions renvoient à l'ordre moderne que Weber a indiqué si puissamment en 1905 :

> L'ordre économique moderne, tributaire des conditions techniques et économiques de la production mécanique et machinisée, dont les contraintes écrasantes déterminent aujourd'hui le style de vie de tous les individus nés dans ses rouages – et pas seulement de ceux qui exercent directement une activité économique – et le détermineront peut-être jusqu'à ce que le dernier quintal de carburant fossile soit consumé[2].

L'aspect décisif de ce système est la façon dont il articule un retrait apparent de l'ordre naturel et de l'ordre moral avec une tentative résolue de les dominer et de les reconstruire. Dans une étude récente du processus d'intégration européenne, William Wallace insiste sur l'importance des systèmes de valeurs en tant que ressources dynamiques pour maintenir l'intégrité des communautés imaginaires. Mais il fait également une distinction nette entre l'intégration formelle et informelle, entre le développement discontinu de la régulation légale ou politique et les réseaux d'interactions plus complexes en évolution continuelle[3]. Nous avons vu que ce n'est peut-être pas une distinction très féconde. L'histoire de la métrologie démontre que sa régulation institutionnelle est également, et précisément, un système de valeurs. Les exigences apparemment contradictoires de la métrologie entre l'isolation institutionnelle et une intégration spatiale toujours plus grande trouvent leur origine et leur incarnation dans les conflits politiques et économiques de l'ordre social moderne.

Remerciements : Je remercie Will Ashworth, Bob Brain, Arne Hessenbruch, Otto Sibum et Richard Staley pour leur aide généreuse et leurs conseils sur les sujets abordés dans cet article.

Traduit par Franck Lemonde

1. O'Connell 1993 (p. 154), Gerth et Mills 1948 (p. 215).
2. Cité dans Scaff 1989 (p. 88). Cf. Weber 2000 (p. 300-301).
3. Wallace 1990 (p. 9 et 17).

Références bibliographiques

Adas Michael, 1989, *Machines as the Measure of Men*, Ithaca (NY), Cornell University Press.

Alder Ken, 1995, « A Revolution to Measure : The Political Economy of the Metric System in France », *in* M. Norton Wise (dir.), *The Values of Precision*, Princeton (NJ), Princeton University Press, p. 39-70.

Ashworth William J., 1996, « Memory, Efficiency and Symbolic Analysis : Charles Babbage, John Herschel and the Industrial Mind », *Isis*, vol. 87, nº 4, p. 629-653.

– 2001, « Between the Trader and the Public : British Alcohol Standards and the Proof of Good Governance », *Technology and Culture*, vol. 42, nº 1, p. 27-50.

Barry Andrew, 1993, « The History of Measurement and the Engineers of Space », *British Journal for the History of Science*, nº 26, p. 459-468.

Boyle Robert, 1675, « A New Essay-Instrument », *Philosophical Transactions*, nº 10, p. 329-348.

Brain Robert et Wise M. Norton, 1994, « Muscles and Engines », *in* Lorenz Kruger (dir.), *Universalgenie Helmholtz : Rückblick nach 100 Jahren*, Berlin, Akademie Verlag, p. 124-145.

Brewer John, 1989, *The Sinews of Power*, Londres, Unwin Hyman.

– 1994, « The Eighteenth-Century British State », *in* Lawrence Stone (dir.), *An Imperial State at War*, Londres, Routledge, p. 52-71.

Brose Eric, 1993, *The Politics of Technological Change in Prussia*, Princeton (NJ), Princeton University Press.

Brück Hermann Alexander et Brück Mary T., 1988, *The Peripatetic Astronomer : The Life of Charles Piazzi Smyth*, Bristol, Adam Hilger.

Cahan David, 1994, « Helmholtz and the Civilizing Power of Science, *in* David Cahan (dir.), *Helmholtz and the Foundations of Nineteenth Century Science*, Los Angeles (CA), California University Press, p. 559-601.

Clarke John, 1729, « A New Kind of Hydrometer », *Philosophical Transactions*, nº 36, p. 277-279.

Clerke Agnes, 1908, *Popular History of Astronomy in the Nineteenth Century*, Londres, Black.

Cole Juan, 1993, *Colonialism and Revolution in the Middle East*, Princeton (NJ), Princeton University Press.

Devine Thomas Martin, 1975, *The Tobacco Lords*, Édimbourg, Donald.

Dickens Charles, 1956 [1846-1848], *Dossier de la maison Dombey et fils*, Paris, Gallimard, coll. « Bibliothèque de la Pléiade ».

Foucault Michel, 2001 [1984], « Espace, savoir et pouvoir », trad. par F. Durand-Bogaert, *in* Michel Foucault, *Dits et écrits*, vol. 2, Paris, Gallimard, coll. « Quarto ».

Gerth H.H. et Mills C. Wright, 1948, *From Max Weber*, Londres, Routledge.

Gillispie Charles C., 1980, *Science and Polity in France at the End of the Old Regime*, Princeton, Princeton University Press.

Godlewska Anne, 1994, « Napoleon's Geographers », *in* Anne Godlewska et Neil Smith (dir.), *Geography and Empire*, Oxford, Blackwell, p. 31-53.

Grabiner Judith V., 1998, « Some Disputes of Consequence : Maclaurin among the Molasses Barrels », *Social Studies of Science*, vol. 28, nº 1, p. 139-168.

Guillerme André, 1992, « Network : Birth of a Category in Engineering Thought during the French Restoration », *History and Technology*, nº 8, p. 151-166.

HAMMOND P.W. et EGAN Harold, 1992, *Weighed in the Balance : A History of the Laboratory of the Government Chemist*, Londres, Her Majesty's Stationery Office.
HARVEY David, 1990, *The Condition of Postmodernity*, Blackwell, Oxford.
HEADRICK Daniel, 1988, *Tentacles of Progress*, Oxford, Oxford University Press.
HERSCHEL John, 1830, *Preliminary Discourse on the Study of Natural Philosophy*, Londres.
HOPPIT Julian, 1993, « Reforming Britain's Weights and Measures (1660-1824) », *English Historical Review*, vol. 108, nº 426, p. 82-104.
HUNT Bruce, 1991, « Michael Faraday, Cable Telegraphy and the Rise of Field Theory », *History of Technology*, vol. 13, nº 1, p. 1-19.
– 1997, « Doing Science in a Global Empire : Cable Telegraphy and Electrical Physics in Victorian Britain », *in* Bernard LIGHTMAN (dir.), *Victorian Science in Context*, Chicago (IL), University of Chicago Press, p. 312-333.
JOZEAU Marie-Françoise, 1994, « La mesure de la Terre au XIXe siècle », *in* Jean-Claude BEAUNE (dir.), *La Mesure. Instruments et philosophies*, Paris, Champ Vallon, p. 95-113.
KASSON John, 1977, *Civilizing the Machine*, Harmondsworth, Penguin.
KULA Witold, 1984 [1970], *Les Mesures et les hommes*, trad. de Joanna Ritt revue par Krzysztof Pomian et Jacques Revel, Paris, Éd. de la Maison des sciences de l'homme.
LANDES David, 1983, *Revolution in Time*, Cambridge (MA), Bellknap Press.
LATOUR Bruno, 1989 [1987], *La Science en action*, trad. par M. Biezunski, Paris, La Découverte.
LECOURT Dominique, 1993, « Repenser la science », *Le Monde diplomatique*, février, p. 25.
LEFEBVRE Henri, 2000, *La Production de l'espace*, 4e éd., Paris, Anthropos.
LIGHTMAN Bernard (dir.), 1997, *Victorian Science in Context*, Chicago (IL), University of Chicago Press.
LINEBAUGH Peter, 1991, *The London Hanged*, Harmondsworth, Penguin.
LOCKYER Norman, 1877, « The Sun's Distance », *Nature*, nº 17 (1er novembre), p. 1-3.
LUNDGREN Anders, 1990, « The Changing Role of Numbers in 18th Century Chemistry », *in* Tore FRÄNGSMYR, John L. HEILBRON et Robin E. RIDER (dir.), *The Quantifying Spirit in the Eighteenth Century*, Los Angeles (CA), University of California Press, p. 245-266.
MATTELART Armand, 1994, *L'Invention de la communication*, Paris, La Découverte.
MAXWELL James Clerk, s.d., « Dimensions of Physical Quantities », Cambridge University Library MSS ADD 7655 V h.4.
– 1885 [1873], *Traité d'électricité et de magnétisme*, trad. par G. Seligmann-Lui, Paris, Gauthier-Villars.
MITCHELL Timothy, 1991, *Colonising Egypt*, Los Angeles (CA), University of California Press.
MORTON Alan et WESS Jane, 1993, *Public and Private Science*, Londres, Science Museum.
MORUS Iwan Rhys, 1991, « Telegraphy and the Technology of Display », *History of Technology*, vol. 13, nº 1, p. 20-40.
MUSIL Robert, 1956 [1930], *L'Homme sans qualités*, t. 1, trad. par Philippe Jaccottet, Paris, Seuil.
MUSSON A.E., 1975, « Joseph Whitworth and the Growth of Mass-Production Engineering », *Business History*, vol. 17, nº 2, p. 109-149.
NYE Mary Jo, 1996, *Before Big Science*, New York, Twayne.
O'CONNELL Joseph, 1993, « Metrology : The Creation of Universality by the Circulation of Particulars », *Social Studies of Science*, vol. 23, nº 1, p. 129-173.
OLESKO Kathryn, 1991, *Physics as a Calling*, Ithaca (NY), Cornell University Press.

– 1996, « Precision, Tolerance and Consensus : Local Cultures in German and British Resistance Standards », *in* Jed Buchwald (dir.), *Scientific Credibility and Technical Standards in 19th and Early 20th Century Germany and Britain*, Dordrecht, Kluwer, p. 117-156.

Ozouf Mona, 1976, *La Fête révolutionnaire (1789-1799)*, Paris, Gallimard.

Perry S.J., 1876, « The Methods Employed and the Results Obtained in the Late Transit of Venus Expedition », in *South Kensington Museum Free Evening Lectures*, Londres, Chapman & Hall, p. 39-66.

Porter Theodore M., 1994, « Objectivity as Standardization : The Rhetoric of Impersonality in Measurement, Statistics and Cost-Benefit Analysis », *in* Allan Megill (dir.), *Rethinking Objectivity*, Durham (NC), Duke University Press, p. 197-238.

Reddy William, 1986, « The Structure of a Cultural Crisis : Thinking about Cloth in France before and after the Revolution », *in* Arjun Appadurai (dir.), *The Social Life of Things*, Cambridge, Cambridge University Press, p. 261-284.

Rolt L.T.C., 1986, *Tools for the Job*, Londres, Science Museum.

Royal Commission on Scientific Instruction and the Advancement of Science, 1871-1875, *Report of the Royal Commission on Scientific Instruction and the Advancement of Science*.

Said Edward, 1978, *Orientalism*, New York, Vintage Books.

Scaff Lawrence, 1989, *Fleeing the Iron Cage : Culture, Politics and Modernity in the Thought of Max Weber*, Los Angeles (CA), California University Press.

Schaffer Simon, 1990, « Measuring Virtue », *in* Andrew Cunningham et Roger French (dir.), *The Medical Enlightenment of the Eighteenth Century*, Cambridge, Cambridge University Press, p. 281-318.

– 1994, « Babbage's Intelligence : Calculating Engines and the Factory System », *Critical Inquiry*, vol. 21, n° 1, p. 203-227.

– 1997*a*, « Experimenters' Techniques, Dyers' Hands and the Electric Planetarium », *Isis*, vol. 88, p. 456-483.

– 1997*b*, « Metrology, Metrication and Victorian Values », *in* Bernard Lightman (dir.), *Victorian Science in Context*, Chicago (IL), University of Chicago Press, p. 438-474.

– 1999, « Late Victorian Metrology and Its Instrumentation : A Manufactory of Ohms », *in* Mario Biagioli (dir.), *The Science Studies Reader*, Londres, Routledge, p. 457-478.

Schivelbusch Wolfgang, 1986, *The Railway Journey*, Los Angeles (CA), University of California Press.

Scott John D., 1958, *Siemens Brothers*, Londres, Weidenfeld & Nicholson.

Sibum H. Otto, 2002, « Exploring the Margins of Precision », *in* Marie-Noëlle Bourguet, Christian Licoppe et H. Otto Sibum (dir.), *Instruments, Travel and Science : Itineraries of Precision from the Seventeenth to the Twentieth Century*, Londres, Routledge, p. 216-242.

Siemens Werner, 1966, *Inventor and Entrepreneur : Recollections*, trad. angl. par W.C. Coupland, 2e éd., Londres et Munich, Lund Humphries.

Smith Crosbie, 1998, *The Science of Energy*, Londres, Athlone.

Smith Crosbie et Wise Norton, 1989, *Energy and Empire*, Cambridge, Cambridge University Press.

Smith Merrit Roe, 1981, « Eli Whitney and the American System of Manufacture », *in* Carroll W. Pursell (dir.), *Technology in America*, Cambridge (MA), MIT Press, p. 45-61.

SMYTH Charles Piazzi, 1867, *Life and Work at the Great Pyramid*, Glasgow, Edmonston & Douglas, 3 vol.
– 1877, *Our Inheritance in the Great Pyramid*, 3e éd., Londres, Isbister.
VAN DER STAR Pieter (dir.), 1983, *Fahrenheit's Letters to Leibniz and Boerhaave*, Amsterdam, Rodopi.
WALLACE William, 1990, « Introduction », *in* William WALLACE (dir.), *The Dynamics of European Integration*, Londres, Pinter.
WEBER Max, 2000 [1904-1905], *L'Éthique protestante et l'esprit du capitalisme*, trad. par I. Kalinowski, Paris, Flammarion.
WITTGENSTEIN Ludwig, 2004 [1953], *Recherches philosophiques*, trad. par Françoise Dastur *et al.*, Paris, Gallimard.



6 Des natures autres. Hétérotopies de la science du XIXe siècle

JOHN TRESCH

> *« Le monde est Un ! » La formule pourrait devenir une sorte de nombre culte. Il est vrai que « trois » et « sept » ont été considérés comme des nombres sacrés ; mais, pris abstraitement, pourquoi donc « un » est-il plus excellent que « quarante-trois » ou « deux millions dix » ?*
>
> William James[1]

> *J'ai quitté Paris et même la France, parce que la tour Eiffel finissait par m'ennuyer trop. Non seulement on la voyait de partout, mais on la trouvait partout, faite de toutes les matières connues, exposée à toutes les vitres, cauchemar inévitable et torturant*
>
> Guy de Maupassant, *La Vie errante*[2]

Monotopie, ou le point de vue en surplomb

La nature n'est-elle qu'une seule chose, la même dans toutes ses parties ? N'y a-t-il qu'une seule sorte de connaissance qui mérite le nom de « science » ? Au XIXe siècle, la plupart des scientifiques, des ingénieurs, des philosophes et des pédagogues occidentaux répondaient à ces deux questions d'une seule traite, par l'affirmative. Dans leurs travaux scientifiques et leurs écrits de vulgarisation, ils proclamaient l'unité de la

1. James 1967 (p. 496).
2. Maupassant 1890 (p. 1).

◀ La célébration fantastique d'une icône rationaliste. Tableau de Georges Garen peint en 1889, intitulé *Embrasement de la tour Eiffel pendant l'Exposition universelle de 1889*.

science et l'unité de la nature. Les grandes expositions du XIX^e siècle répercutaient et amplifiaient ce puissant *oui*, rassemblant les hommes pour qu'ils éprouvent le progrès du pouvoir technique et du savoir scientifique, mettant en évidence l'harmonie universelle provenant des divers domaines et nations.

Prenons la tour Eiffel, construite pour l'Exposition universelle de 1889. Véritable prouesse en mécanique et en ingénierie, la Tour n'était pas seulement un monument et un site panoramique mais un gigantesque instrument scientifique, finalement utilisé pour la météorologie, la radio et la mesure des rayons cosmiques. De son sommet, on peut voir la ville et le paysage naturel se fondre et s'unifier : un unique espace lisible. Visibles à taille réduite, les boulevards et les allées se déploient en lignes droites et en figures géométriques, offerts à l'analyse, à la reproduction, à la maîtrise.

Le monde unifié de la science se présentait comme une *utopie* réalisable – un lieu bon qui viendrait petit à petit à l'existence. C'était également une *monotopie* : un espace unifié, homogène, obéissant partout aux mêmes lois. Ce cosmos unifié allait de pair avec la notion de science unifiée – une même méthode, un même corpus de connaissances, et un même ensemble de valeurs. Avec la tour Eiffel et d'autres dispositifs semblables, une cosmologie normative et unitaire était résumée, construite dans le paysage physique et intellectuel, et offerte aux masses dans des expériences tangibles et impressionnantes.

Quelques philosophes du XIX^e siècle, néanmoins, osèrent contester l'idée selon laquelle la science et la nature étaient uniformes, prédictibles et isomorphes dans toutes leurs parties. Non seulement des proto-existentialistes comme Kierkegaard et Nietzsche mais aussi le logicien Charles S. Peirce voyaient la contingence et le hasard à l'œuvre dans l'univers[1]. William James, le compagnon en pragmatisme de Peirce, soutenait qu'« un monde encore imparfaitement unifié, et peut-être toujours destiné à le rester », était une hypothèse qui devait être « sincèrement envisagée[2] ». Comme les pragmatistes, Auguste Comte, le fondateur du positivisme, mit de côté la question « métaphysique » de ce que pouvait être le monde *en dehors* des manières dont nous interagissons avec lui ; la connaissance dépend toujours des intentions, des activités et des limites de l'homme. En outre, il soutenait que les différentes parties du monde requièrent différents concepts et méthodes : les explications mécaniques de la physique sont inutilisables pour comprendre les organismes. Pour Comte – malgré les connotations ultérieures du terme de « positivisme » –, l'édifice de la

1. Peirce 1998.
2. James 1967 (p. 417).

science était au mieux un ensemble artificiel et fragmentaire. Il était unifié non pas par la nature ou par une unique méthode, mais par la nécessité pour les hommes de connaître et d'organiser leur milieu.

De telles conceptions anticipent des histoires récentes dans lesquelles la science et la nature qu'elle discerne apparaissent comme intrinsèquement incomplètes : comme un patchwork d'idées, de méthodes, d'institutions et de pratiques diverses. Néanmoins, la science, aujourd'hui comme alors, produit de puissantes impressions d'unité et de construction homogène avec la nature qu'elle décrit – du moins quand les prédictions s'avèrent et que les technologies fonctionnent, par exemple lors de spectacles tels qu'un alunissage, une explosion nucléaire… ou la tour Eiffel. Dès lors, pour comprendre la croissance et l'impact de la science moderne, nous devons prendre la mesure à la fois de l'impression unifiée qu'elle donne et de la pluralité qui la sous-tend. Tel fut le but de la plus grande part de l'histoire des sciences des trois dernières décennies.

La tour Eiffel est un objet exemplaire pour réfléchir sur la coexistence de l'unité et de la fragmentation de la science du XIX^e^ siècle. Mais nous pourrions pousser la question de « l'un et du multiple » un peu plus loin. Il y eut des fissures dans le revêtement de la science moderne et, à certains endroits, une végétation étrange et à peine reconnaissable est apparue. En opposition à l'image « majeure » de la science projetée par la tour Eiffel, des théories alternatives et des manières dissonantes de savoir pullulèrent. Les anthropologues de la culture, bien sûr, expliquent que cela était le cas dans d'autres parties du monde, où de longues traditions et différents modes de vie se sont épanouis, certains dans une complète indifférence à l'égard de l'Europe, d'autres se remodelant au contact de la conquête. Mais, en Europe même, d'autres cosmologies, des ordres de la nature alternatifs, prirent forme, se séparant de la forme dominante projetée par des monuments comme la tour Eiffel.

Comme la forme « majeure », ces formes « mineures » étaient partielles et incomplètes ; pourtant, beaucoup d'entre elles cherchaient aussi à contenir le cosmos comme un tout, à devenir des mondes complets. Pour ce faire, elles ne recouraient pas seulement à des idées et à des représentations. Dans des espaces concrets, elles pratiquaient des expériences régulières et des représentations stables, avec des dispositifs récurrents d'objets et d'actions, et des communautés de pratiques partagées. Par rapport à la monotopie de la science, les espaces dans lesquels ces autres natures apparaissaient étaient des *hétérotopies* : des sites séparés, qui contredisaient l'ordre dominant et normatif. Juxtaposer ces espaces majeurs et mineurs nous permet de voir la science occidentale comme une forme de cosmopolitique, une campagne menée sur plusieurs fronts pour établir

un ordre dans le cosmos, en partie par des rencontres avec des conceptions rivales. Certaines de ces rencontres débouchèrent sur le refus ou l'inintelligibilité mutuelle ; d'autres produisirent d'intrigants syncrétismes ; et beaucoup furent résolues par la force brute[1].

La fameuse tour de Paris incarnait les différents niveaux sur lesquels la « monotopie » occidentale était en train de se sédimenter et de s'étendre à travers le globe et l'univers. Mais, à l'écart de celle-ci, d'autres natures persistaient et prétendaient à l'universalité. Pour tenir compte de la science du XIX^e^ siècle en ses propres termes et à travers ses contextes globaux et historiques, nous devons examiner à la fois les lignes de faille qui traversent la nature apparemment monolithique de la science moderne, et les relations dialogiques qu'elle entretenait avec d'autres natures en elle et hors d'elle[2].

Un homme de paille en fer

Alors que l'idée selon laquelle la science est le meilleur moyen de comprendre le monde naturel peut sembler évidente aujourd'hui, il a fallu des siècles pour qu'elle prenne forme et s'enracine. En outre, les historiens et les anthropologues ont montré qu'il y a eu et qu'il y a encore d'autres moyens plausibles et cohérents d'unifier le monde. L'anthropologue Philippe Descola a récemment établi le « naturalisme » – le nom qu'il donne à la cosmologie représentée par la science moderne – comme l'une des quatre « voies ontologiques » possibles, divisées selon les connexions qu'elles établissent entre la réalité intérieure et extérieure des humains et celle des êtres non humains. Dans l'animisme, observé parmi les peuples amazoniens, les non-humains sont considérés comme ayant une autre sorte de corps que les humains, tout en ayant le même genre de subjectivité interne ; les perroquets et les jaguars se comprennent eux-mêmes comme des humains, tandis que pour eux les humains apparaissent comme d'autres animaux. Le totémisme, pratiqué en Australie et parmi les Ojibwas, reconnaît une identité essentielle, intérieure et extérieure, entre les humains et certains non-humains (l'animal ou la plante à laquelle ils s'identifient). L'analogisme, observé dans la Chine antique aussi bien que dans l'Europe de la Renaissance, implique la perception de différences à chaque niveau, intérieurement et extérieurement, parmi

1. Stengers 1997.
2. Bakhtine 1982. La notion bakhtinienne de discours dialogique est utile par son contraste avec le « discours autoritaire » monologique – par exemple les commandements militaires ou les énoncés scientifiques, qui essaient de restreindre toute possibilité d'ambiguïté.

toutes choses. Pour éviter le chaos, un ordre est imposé à ces différences sous la forme de vastes analogies entre les sphères – entre la Terre et le ciel, entre le gouvernement et la nature, entre le microcosme et le macrocosme[1].

L'Occident moderne considère largement comme évidente la quatrième voie, le naturalisme. La nature est une unique substance extérieure, physique et matérielle, que les humains partagent avec les autres entités, tandis que les humains possèdent une âme ou un esprit intérieur qui les distingue de tous les autres êtres. Le naturalisme insiste sur un univers dualiste divisé entre substance pensante et substance étendue, esprit et matière, sujets et objets. Il suppose que la matière est analysable en termes de « qualités premières » quantifiables incluant la masse, la taille, le lieu, le mouvement et les causes mécaniques. L'esprit, par contraste, est le domaine du sentiment, de la mémoire et de la signification. La congruence du naturalisme avec des modes plus anciens d'organisation du monde, remontant jusqu'au dualisme platonicien et chrétien, lui fit exercer un attrait magnétique sur la pensée occidentale. Le récit de Descola (simplement esquissé ici) est convaincant par son refus de réduire les expériences non naturalistes du cosmos à des « versions » ou des « interprétations » de l'unique réalité objective que la science saisit. Il présente plutôt l'ontologie de la science moderne comme un « schéma » pour organiser les relations entre humains et non-humains, et il fait revivre avec intensité d'autres et vigoureuses alternatives.

La cosmologie réside en une infinité de petites actions, attitudes et expressions, en habitudes et en intuitions fragmentaires ; inévitablement, le résumé par Descola des cosmologies de toutes les cultures à travers le monde comporte des simplifications et des généralisations. Mais ce ne sont pas seulement les anthropologues et les historiens qui doivent recourir aux généralisations et aux simplifications pour présenter des cosmologies : les hommes qu'ils étudient le font tout autant. À certaines époques, pour différentes raisons, les hommes cherchent à rendre explicites leur conception de l'univers, et leur place en lui, en créant des cosmogrammes : des cartes concrètes et publiquement visibles, des spectacles, des épopées ou des monuments qui inscrivent les ordres naturels et humains. Ces actes de généralisation publics sont une ressource valable pour ceux qui étudient la cosmologie. Ils ne peuvent évidemment pas rendre tous les aspects des structures de l'expérience de la totalité des groupes, mais le fait est qu'ils mettent en évidence certaines priorités et certaines attitudes[2].

1. Descola 2005.
2. Tresch 2015.

Pour le naturalisme de la fin du XIXe siècle, il est difficile d'imaginer un cosmogramme plus adéquat que la tour Eiffel[1]. Il n'y en avait certainement aucun de plus grand : c'était la structure la plus haute faite de main d'homme sur Terre. Eiffel disait que ce n'est « pas seulement l'art de l'ingénieur moderne, mais aussi le siècle de l'Industrie et de la Science… préparé par le grand mouvement scientifique du XVIIIe siècle et par la Révolution de 1789, pour laquelle ce monument sera construit[2] ». Comme un squelette de métal dépourvu de chair, la Tour affichait une grossière esthétique d'ingénieur, dans laquelle la forme géométrique et la dynamique structurelle passaient brutalement d'un diagramme d'architecture aux trois dimensions. Crûment phallique, la Tour attestait la conquête du passé : Eiffel la comparait aux pyramides et, dans son déni des formes ornementales de son époque, elle représentait l'émergence d'une infrastructure internationale de parties interchangeables et d'un entrelacement de communications, de transports, d'échanges et d'informations. Elle faisait étalage de prouesse technique : plus d'un millier de croquis généraux et plus de 3 000 croquis des parties spécifiques, réalisés à l'échelle microscopique d'une seconde d'arc, furent produits ; sa construction fut également abondamment documentée. C'était bien la preuve que le naturalisme et le rationalisme, avec leur insistance sur l'analyse, la proportion, la réduction et le mécanisme, étaient descendus de l'aspiration utopique à la réalité de fer.

Bien sûr, une cosmologie est plus qu'une simple représentation, aussi imposante soit-elle. La Tour faisait à la fois symboliquement et physiquement partie de la marche de la connaissance au XIXe siècle. Les avancées en physique – la mécanique rationnelle, la thermodynamique, les équations unificatrices de Maxwell – allaient de pair avec les travaux d'ingénieurs pour construire des ponts, des canaux et des infrastructures d'énergie électrique. La précision, la proportion et la maîtrise technique caractérisaient également la chimie dans de nouveaux complexes industriels et le système des éléments englobant de Mendeleïev. À partir de la classification fonctionnelle de Cuvier et la découverte du temps long par les géologues, Darwin faisait de la sélection naturelle le mécanisme de régulation des variations et d'amélioration de l'espèce. Les sciences sociales identifiaient les lois du progrès et les normes statistiques. Dans tous les domaines,

1. La Tour figure sur la couverture de deux textes de *science studies* : Golinski 2008 et Latour, Hermant et Shannon 1998. La photo de la Tour à moitié construite (sur le livre de Golinski) met en évidence le processus de construction, tandis que des tours Eiffel miniatures sur la couverture du livre de Latour *et al.* mettent en évidence l'échelle et la multiplicité.
2. Loyrette 1985 (p. 116), Barthes et Martin 1989, Gaillard 2002, *L'Exposition de 1889 et la tour Eiffel d'après les documents officiels* 1889.

on percevait de plus en plus l'existence d'une méthode commune – qui identifiait les régularités et les lois mécaniques sous-jacentes par l'observation à distance de la réalité physique – et d'un monde unique susceptible d'être analysé[1]. La Tour parlait ce langage universel émergent ; elle en était faite.

Elle racontait aussi l'histoire d'un progrès ascensionnel. La science et la technologie étaient devenues les signes distinctifs de la civilisation. Au XIXe siècle, les concepts universels des physiciens du XVIIe siècle étaient devenus des réalités effectives. Tout comme les parties interchangeables favorisaient l'expansion de l'industrie, les scientifiques étaient obnubilés par la création d'unités standards et de critères pour les calibrer. Les utopistes, les réformateurs et les révolutionnaires concevaient des territoires comme des espaces uniformes par le moyen du relevé de cadastre, des poids et mesures standardisés, des presses nationales et des systèmes d'éducation[2]. Ils formataient diverses régions et entités pour les mettre à la disposition de lois et de procédures administratives identiques – les étoiles, les arbres et le maïs aussi bien que les microbes, les cellules et les hommes[3]. Des pratiques techniques coordonnées et disciplinées reliaient les laboratoires aux espaces proches et lointains[4]. L'expansion européenne en Asie, dans les deux Amériques et en Afrique, stimulée et justifiée par l'idéologie d'une « mission civilisatrice », soudait un espace global qui transportait des bateaux, des signaux télégraphiques, des ondes radio et la civilisation, une nature unique progressivement cartographiée, inventoriée, rassemblée et ordonnée[5].

Un mot permettait de donner une cohérence à ces réseaux : « la science ». L'unification de l'État prussien et finalement allemand accompagnait le prestige grandissant de la *Wissenschaft* et des nouveaux instituts pour l'enseignement et la recherche. En Grande-Bretagne, un groupe de réformateurs – comprenant Babbage, Herschel et Whewell – promouvait l'idée de l'unité de la science dans une méthode inductive. En France, « la science » devint le slogan organisateur de la réforme éducative de la seconde moitié du siècle, tandis que des savants rendaient leur travail indispensable à l'État ; aux États-Unis, un groupe réduit mais puissant d'activistes tentait de créer en même temps un goût public pour la science et les institutions susceptibles de l'accueillir[6].

1. Gillispie 1960, Cahan 2003.
2. Scott 1998, Porter 1996.
3. Cronon 1992, Alder 2010, Wise 1995.
4. Schaffer 1992, O'Connell 1993, Smith et Wise 1989.
5. Williams 2013.
6. Morrell et Thackray 1981, Cahan 2004, Carnino 2015, Fox 2012, Daniels 1994.

La tour Eiffel superposait ces diverses couches de naturalisme – conceptuelle, technique, idéologique, institutionnelle – et les offrait à l'admiration universelle. Vue du sol, elle incarnait la nature naturaliste composée de parties intégrées mécaniquement et interchangeables. En regardant le sol du haut de sa plateforme, les visiteurs faisaient l'expérience d'un point de vue quasi divin mais fait de main d'homme, de l'objectivité du cartographe, du classificateur, de l'ingénieur. Bien qu'elle ne rassemblât certainement pas tous les aspects de la culture ou des sciences de son âge, la Tour en condensait puissamment de nombreux aspects, et parmi les plus saillants. C'était un centre de résonance, le carré central d'un mandala ou d'un diagramme virtuel qui connectait des sites, des pratiques, des objets et des modes d'expérience divers mais isomorphes : les orbites centripètes d'un cosmos unifié[1].

Mais si cette tour et la cosmologie qu'elle incarnait semblaient solides – étant faite de fer, ancrée dix mètres sous terre –, les historiens des sciences les plus récents suggèrent qu'elle était un homme de paille, un épouvantail. Ils ont pointé les failles dans le modèle lisse et intégré de la science et de son monde, tel que les expositions et leur idéologie « scientiste » le promouvaient. Au lieu de faire la liste des grandes découvertes, les historiens étudient les controverses, mettant en relief les désaccords non seulement sur les théories et les interprétations des phénomènes, mais aussi sur les valeurs épistémiques, les rapports de savoir envers l'État et le public, l'ordre propre de la science et de la société, les divisions religieuses toujours à l'œuvre. Ils examinent les différentes rationalités incarnées dans les différents programmes de recherche et institutions, les décalages subtils dans la pratique scientifique d'un régime technique et politique à l'autre, les difficultés rencontrées en reproduisant les résultats d'un cadre à l'autre[2]. En se concentrant sur des cadres à taille humaine, la science émerge comme une réalisation locale, un idéal régulateur, une unité dans l'abstraction. Sa généralité n'est pas le résultat de l'uniformité du monde mais de la circulation et de la coordination d'outils, de termes et de pratiques standardisés[3].

Dans cette perspective, « la science » prend une teneur de mosaïque, passant d'une unité fixe et monolithique à une pluralité mobile[4]. Néanmoins l'idée de l'unité de la nature et de la science reposait sur des expériences aussi probantes que la satisfaction de recevoir un télégramme envoyé de l'autre côté de l'Atlantique, aussi tangibles que la jubilation du visiteur

1. Deleuze et Guattari 1980.
2. Livingstone et Withers 2011, Galison et Stump 1996, Gieryn 2002, Kohler 2002.
3. Bourguet, Licoppe et Sibum 2004, Biagioli 1999.
4. Pickering 1992, Pestre 1995, Dear 2012, Golinski 2012.

de la tour Eiffel qui pouvait voir quelque chose qu'aucune génération antérieure n'avait vu. Cette oscillation entre l'impression d'unité et la grande difficulté à la réaliser et à la maintenir rend l'étude historique des sciences tout à fait fascinante. Cela renforce également la conviction anthropologique que d'autres ordres cosmiques pourraient bien être des modes aussi raisonnables et cohérents – même s'ils sont également partiels – d'organiser le monde.

Sites charnières et hétérotopies

En 1887, un groupe d'artistes – Guy de Maupassant, Alexandre Dumas fils, Charles Garnier, Leconte de Lisle et d'autres – publièrent une protestation enragée contre cette nouvelle tour de Babel que représentait à leurs yeux la tour Eiffel, « vertigineusement ridicule, dominant Paris, ainsi qu'une noire et gigantesque cheminée d'usine ». Après sa construction, Maupassant allait manger au restaurant qui se trouve à son rez-de-chaussée : le seul endroit de Paris où il n'était pas obligé de la voir[1]. Contre le matérialisme arrogant des sciences, la tribu d'artistes d'avant-garde se retrouvait sous les slogans de la poésie pure et du culte de l'art. Sous le symbole de la nature dominante – relégué sous terre, pour ainsi dire –, un autre ensemble de principes rôdait pour organiser la pensée, la pratique, la sociabilité et la nature elle-même.

Cet usage et ce détournement de l'espace de la Tour fait écho à la dualité entre la science considérée comme monolithe unifié ou comme mosaïque pluraliste. Prenons un autre exemple. L'Académie des sciences, depuis ses origines, était un site normatif, aligné sur l'État, où les contours légitimes de la « nature » étaient tracés et défendus : la commission de 1784 qui condamna Mesmer en est un exemple célèbre[2]. En 1830, François Arago, astronome et secrétaire perpétuel de l'Académie, ouvrit ses séances à la presse. Arago faisait partie d'un réseau ouvert de scientifiques, de philosophes, d'artistes et d'ingénieurs – comme Geoffroy Saint-Hilaire, Balzac et les saint-simoniens – qui promouvaient, dans les trois décennies qui précédèrent 1848, une nouvelle cosmologie. Leur « romantisme mécanique » privilégiait l'expérience esthétique, les interactions holistiques entre divers domaines et les aspirations utopiques à remodeler l'organisation naturelle et sociale par la technologie. En transformant les règles du débat et de la visibilité à l'Académie – quelques mois avant la révolution

1. « Protestation contre la tour de M. Eiffel » 1887, Barthes 1997.
2. Darnton 1984.

de 1830 –, Arago la fit passer d'un espace aligné sur les pouvoirs établis à un espace qui encourageait une politique réformiste et une nature active, modifiable et étroitement tissée dans les intentions humaines[1].

L'Académie passait du statut de site normatif à celui d'hétérotopie – terme donné par Foucault à des espaces placés à part et marqués comme spéciaux, contredisant les espaces qui transmettent les valeurs, les présupposées et les normes dominantes de la société[2]. Il prenait comme exemples les prisons, les hôpitaux, les bordels, les bateaux, les cabanes d'enfant, la littérature, les tapis volants et les camps de vacances. Foucault ne s'est pas étendu sur les espaces normatifs auxquels ceux-là s'opposaient, mais on peut penser aux bâtiments gouvernementaux et judiciaires, aux archives d'État, aux écoles, aussi bien qu'aux sites monumentaux comme la tour Eiffel, qui incarnent et renforcent les conceptions standards du temps, de l'espace et de la subjectivité. Les cathédrales tenaient ce rôle au haut Moyen Âge. Alors que les cathédrales présentaient un diagramme virtuel qui reliait les textes théologiques, l'Université et les pratiques scolastiques comme la *disputatio*, la tour Eiffel entrait en résonance avec les grands travaux publics du XIX^e^ siècle, l'infrastructure technique, les écoles d'ingénieurs et les manuels de physique[3].

Le fait que Foucault ait inclus des sites de discipline et de surveillance, comme les asiles et les hôpitaux, suggère une instabilité intrigante : même des sites normatifs pourraient être considérés comme des hétérotopies. Tout dépend de l'usage. La cathédrale et la tour Eiffel condensaient les valeurs prépondérantes et les présupposés de leur société dans des formes immédiatement perceptibles, mais elles engendraient également des expériences distinctes de la vie normale et quotidienne : le vertige, le sentiment du pouvoir divin ou étatique, la jubilation du pèlerin ou du touriste. En d'autres termes, elles étaient à la charnière de la monotopie et de l'hétérotopie.

Cette ambivalence est importante quand on considère les espaces du XIX^e^ siècle dans lesquels l'investigation de la nature était entreprise : les laboratoires, les observatoires, les universités, les bibliothèques et les musées aussi bien que les sommets des montagnes, les bateaux, les fermes et les montgolfières. Ils étaient tous des hétérotopies : des espaces spéciaux, séparés des affaires quotidiennes de diverses façons, avec des règles spéciales d'accès. Ils étaient en contact avec un « dehors » : les chercheurs dans les laboratoires et les stations produisaient de nouveaux objets, tandis

1. Levitt 2009, Tresch 2012.
2. Foucault 2004, Johnson 2006.
3. Panofsky 1976.

que les visiteurs et les chercheurs dans les musées et les bibliothèques rencontraient des spécimens et des récits des temps et des espaces les plus lointains. Néanmoins, ces rencontres faisaient partie de procédures strictement disciplinées, d'institutions étroitement structurées et de normes établies. Sur ces sites charnières – que l'on pourrait appeler hétérotopies scientifiques –, de nouvelles connaissances et expériences pouvaient être engendrées, mais avec l'impératif de les aligner sur les connaissances et les valeurs existantes : la certitude technique, la vérité scientifique, le progrès historique. Ces sites ne différaient de l'ordre existant que pour finalement le réaffirmer. Un fait remarquable au sujet de l'Occident du XIX^e^ siècle était sa capacité à faire proliférer à travers le globe, comme des spores, des hétérotopies qui rencontraient la nouveauté afin de renforcer l'impression de monotopie[1].

Mais ce n'est pas n'importe quel dehors qui pouvait être aussi facilement rabattu sur l'ordre existant. Une hétérotopie peut ne pas se contenter de remettre en question une norme, mais bien établir de nouvelles normes. Elle peut fournir l'espace dans lequel une nature entièrement différente s'impose. De tels sites sont plus que des interruptions ponctuelles ou des dissonances dans l'espace majeur, naturaliste ; ils peuvent contenir des cosmologies durables qui leur sont propres. Certaines prirent forme en transformant les normes de la rationalité ou en déplaçant le mode d'existence des sites scientifiques centraux, comme dans les formations hybrides des établissements coloniaux, ou dans le romantisme mécanique d'Arago et de ses alliés dans les années 1830 et 1840, qui redéfinirent brièvement les conditions de la connaissance et de la découverte[2]. D'autres apparurent dans de nouveaux sites, dans les failles de l'ordre dominant ou de l'autre côté de ses frontières.

Prenons comme exemples trois hétérotopies de ce genre au XIX^e^ siècle : les sites du culte de l'art ; la séance spirite ; et les rencontres ethnographiques. Par moments, ces espaces ont produit une friction intéressante, une satire provocante, ou une différence troublante à l'égard de la nature dominante. À d'autres moments, ils ont construit des alternatives cohérentes et solides, en proposant et en promulguant des mondes dissonants.

De même que nous serions déçus si nous cherchions une certitude complète ou une uniformité au sein des espaces du naturalisme, nous ne devons pas nous attendre à ce que les natures abritées par ces hétérotopies offrent une cohérence parfaite. Néanmoins, symétriquement à la nature « majeure », ces cosmologies « mineures » avaient des techniques

1. Raj 2007.
2. Mitchell 2000.

de composition et des procédures de validation qui fonctionnaient comme des critères d'ordre et de solidité. Ces laboratoires cosmopolites aspiraient à inverser la relation du mineur et du majeur et à devenir des universaux à part entière.

Cultes de l'art

Le siècle commença avec le romantisme. L'un des premiers thèmes fondamentaux de ce mouvement en philosophie, en art et en littérature était la résistance à l'absolutisme mécaniste qui régnait sous Napoléon. Le romantisme présenta une parole passionnée de refus et de négation. Il formulait une langue des individus et des organismes, des fragments et des mondes, du latent et du manifeste. À la quête de l'absolu et du sublime, il pointait à la fois les limites des facultés humaines et la terrifiante inconnaissabilité de ce qui se trouvait au-delà. Pour le romantisme, la poésie et l'art étaient des modes privilégiés de la vérité, élevant l'imagination, la volonté et les émotions au-dessus de la raison calculatrice ; ils révélaient le pouvoir de créer des mondes dans l'esprit, les sens et les actions[1].

Mais, malgré tout son idéalisme, les hétérotopies du romantisme étaient fondées sur du concret : le mot imprimé, les salons, les nouveaux espaces du spectacle de masse. La transition entre les espaces normatifs et les mondes gouvernés par d'autres lois était un thème récurrent dans la littérature fantastique – portée à sa perfection par E.T.A. Hoffmann en Allemagne et diffusée par Gautier, Nerval, Poe, Hawthorne et Gogol. Souvent, le passage était assuré par des objets inertes qui semblaient venir à la vie ; par des machines, ou des automates, qui ne se comportaient pas de la façon déterministe qu'on pouvait attendre de machines. La littérature et les arts du XIX^e^ siècle offraient au public l'expérience étrange du transport du monde du naturalisme ordinaire vers un autre monde. La poésie provoquait une élévation extatique, transcendante. Les spectateurs voyageaient dans les espaces oniriques à travers les expériences théâtrales fantasmagoriques réalisées pour un public de plus en plus vaste, comme les dioramas de Daguerre, et la nouvelle tradition du grand opéra parisien lancée mémorablement par les effets spéciaux, à la fois visuels et sonores, du *Robert le Diable* de Meyerbeer. Dans les espaces ouverts par les arts fantastiques, les attentes naturalistes cédèrent la place aux expériences de l'animisme[2].

1. Nancy et Lacoue-Labarthe 1978, Richards 2002, Abrams 1971.
2. Dolan et Tresch 2011.

À la fin du XIXe siècle, trois genres littéraires notoires étaient apparus, chacun ayant des relations hétérotopiques distinctes vis-à-vis du naturalisme. La fiction réaliste reflétait une réalité consensuelle standard : dans les œuvres de Zola, les perspectives de la physiologie et les sciences historiques renforçaient la vraisemblance des descriptions de la misère transgénérationnelle. La science-fiction, affinée par Jules Verne, maintenait également les lois de la réalité « naturaliste », projetées dans l'avenir et dans des localités extrêmes (la Lune, les fonds marins, le pôle Sud). La poésie et la peinture symbolistes de Baudelaire, Leconte de Lisle, Verlaine, Rimbaud, Odilon Redon et Gustave Moreau jouaient sur la musicalité éphémère des mots et des couleurs pour établir des harmonies secrètes avec les parfums, les sons, les vibrations et les formes idéales. Ils proposaient des correspondances subtiles entre le monde apparent, matériel, et un monde caché d'essences spirituelles. Dans l'espace de l'art – entre l'esprit, la toile et la page imprimée –, la cosmologie analogiste résonnait avec la modernité[1].

Les analogies symbolistes et la machinerie scénique animiste se combinaient dans le rituel collectif transcendant de l'œuvre d'art totale : les opéras de Meyerbeer, de Verdi et de Wagner. Avec les « images mouvantes » du cinéma, de nouvelles technologies animistes produisaient des voyages vers d'autres mondes. Comme technique permettant à la fois de reproduire le monde par une représentation réaliste et de le modifier par des effets spéciaux fantastiques, le cinéma de la fin du XIXe siècle vulgarisa le culte de l'art, en en faisant un laboratoire public de la production d'autres mondes[2].

Les séances spirites

D'autres hétérotopies qui défiaient le naturalisme étaient celles dans lesquelles le « mesmérisme » et le « spiritisme » se déployaient. Depuis les années 1820 jusqu'aux années 1840, une nouvelle génération de magnétiseurs, comme Puységur, Mathieu et Bertrand, menaient des expériences publiques et des investigations cliniques à la Salpêtrière et dans d'autres hôpitaux[3]. À la moitié du siècle, lancé par les sœurs Fox, le spiritisme prit le relais. Alors que les adeptes du mesmérisme pouvaient percevoir ce qui se passait dans une pièce voisine ou dans l'esprit d'un membre du

1. Valtat 2009.
2. Schroeder 2002.
3. Méheust 1998.

public, les médiums spirites prétendaient rapporter des informations venues d'un autre monde caché derrière celui-ci.

Les séances spirites comprenaient un arrangement régulier d'objets, de personnel et d'actions dans un espace contrôlé : la salle plongée dans l'obscurité, le cercle des adeptes se tenant la main autour d'une table, et le médium, le canal humain vivant des esprits d'un autre monde. Quand les tables tournaient, quand de mystérieux coups étaient entendus, les cadres ontologiques vacillaient. Les séances provoquaient des épistémologies non dualistes. Le médium, loin de renforcer la distance avec les objets, en était envahi. Pour expliquer les phénomènes paranormaux, des systèmes cosmologiques étaient élaborés, incorporant des choses vivantes, des mondes multiples, des fluides impondérables, des éthers subtils. Les esprits étaient de la matière subtile ; la matière était de l'esprit condensé ; l'éther faisait la médiation entre les deux. La théosophie rattachait ces théories aux cosmologies védiques. En ajoutant Swedenborg à l'ensemble – le mystique et naturaliste du XVIII^e^ siècle qui proclamait l'existence de mondes invisibles et de correspondances entre les règnes animal, végétal et minéral –, bien des naturalistes de la veille en vinrent à épouser des variantes de l'animisme ainsi que de l'analogisme[1].

Lord Kelvin déclara en 1900 que la physique était presque achevée, à l'exception du petit problème de la radiation du corps noir et de l'éther luminescent. Mais les anomalies de la fin du XIX^e^ siècle en physique, concernant la décomposition et les émissions radioactives, créèrent de nouvelles énigmes pour les approches standards du naturalisme. Quelques physiciens proposaient des théories avec des dimensions cachées et une identité de l'énergie, de la matière et de l'esprit ; plusieurs étaient profondément engagés dans la recherche sur les phénomènes spirites, comme Oliver Lodge, William Crookes, Camille Flammarion et Charles Richet. Alors que certains recouraient à des méthodes expérimentales pour tester les affirmations spirites, d'autres ramenaient les concepts spirites dans la théorie physique. À la fin du siècle, la Society for Psychic Research reconfigura le terrain, apportant des protocoles plus rigoureux aux pratiques des spirites, contrôlant ainsi les formes les plus sauvages de contestation épistémique et ontologique. Ce n'est peut-être pas un hasard si, après avoir été adopté par les professeurs d'Oxford, Cambridge et Harvard, le spiritisme déclina, prit d'autres formes et atteint d'autres sites[2].

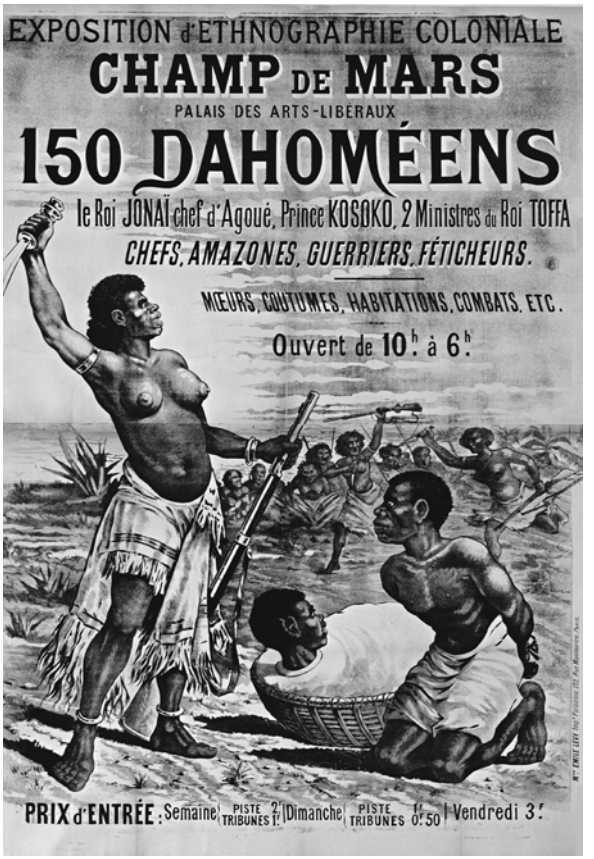
1. Lachapelle 2011.
2. Noakes 2008, Natale 2011, Staley 2008, Bensaude-Vincent et Blondel 2002, Stolow, 2016.

Des zoos humains au relativisme ontologique

L'impérialisme s'est intensifié tout au long du siècle, au cours duquel des puissances européennes sont entrées en lutte pour le partage du monde, avec une véhémence de plus en plus forte. Les voyageurs, les commerçants, les officiers et les administrateurs s'en revenaient avec de plus en plus de récits de croyances et de pratiques étranges. Les sciences se proposèrent pour expliquer pourquoi il avait été si facile de conquérir une si grande partie de la planète. On proposa des réponses à la fois physiologiques et intellectuelles. La science raciste incluant la craniométrie et les variantes de la phrénologie était une des obsessions anciennes de la Société d'ethnographie de Paris ; la thèse polygéniste de créations séparées développées par Samuel Morton et Josiah Nott était exploitée pour défendre l'esclavage ; plus tard dans le siècle, l'eugénisme scientifique apparut, aidé par la statistique et le darwinisme social[1]. Intellectuellement, les anthropologues britanniques classaient les autres systèmes de croyances sur une échelle qui corrélait la magie, la religion et la science avec la sauvagerie, la barbarie et la civilisation. Une fascination pour le « fétichisme » (un terme injurieux pour les non-Occidentaux, les catholiques et les consommateurs dupés) se répandit dans la quête de l'anthropologie pour la « forme élémentaire » de la religion, que ce soit le totémisme (des Ojibwas) ou les théories d'une force spirituelle universelle appelée le « mana » par les Mélanésiens. Toutes ces approches déniaient systématiquement la valeur des savoirs ou des civilisations indigènes, comme Macaulay l'exprimait dans son fameux et dédaigneux *Rapport sur l'éducation indienne*.

Le classement évolutionniste des peuples se fondait sur les conceptions évolutionnistes du règne animal. Les deux étaient des thèmes qui intéressaient un large public, comme l'a bien compris le pionnier du zoo Carl Hagenbeck. Inspiré par les *freak shows* de P.T. Barnum, Hagenbeck capturait à la fois des animaux et des humains et les mettait à l'affiche dans son zoo : d'abord des Nubiens, puis bientôt des Inuits[2]. Le Jardin d'acclimatation à Paris prit la relève en 1877 et, à l'époque de l'Exposition de 1889, derrière les pavillons du Champ-de-Mars – avec ses reproductions de pagodes et ses reliefs moulés d'Angkor Vat et d'autres possessions coloniales –, il y eut les villages nègres où des habitants des colonies étaient placés sous le regard du public. 400 personnes furent

1. Gould 1983, Staum 2003.
2. Qureshi 2011, Rothfels 2002, Baratay 2004.



Affiche annonçant le zoo humain à l'Exposition universelle au Champ de Mars, Paris, 1889.

ainsi exposées, venues du Ghana, d'Angola, du Sénégal, d'Indochine, du Gabon, de Tahiti et de la Terre de Feu – ces dernières étant placées dans des cages et annoncées comme des cannibales.

Dans l'Exposition, les visiteurs pouvaient voir le progrès du travail : un couple vêtu de fourrures et de peaux de bêtes en train de gratter des silex, un atelier de porcelaine chinoise, des tisserands égyptiens, des scribes mésopotamiens, des potiers grecs. Mais le premier arrêt était une salle avec une statue anatomique d'un être humain écorché, à la peau claire, derrière une vitrine, élevé au-dessus de deux gorilles écorchés. L'entrée dans la salle était encadrée par des portraits d'« Esther la Hottentote » et « Billy l'Australien », qui se tenaient au-dessus de vitrines avec des os

d'ancêtres humains. Le résultat était une confusion visuelle des Africains et des aborigènes australiens avec l'animalité préhumaine.

Ces spectacles n'étaient pas vraiment « d'autres natures » : c'étaient des manifestations obscènes et déshumanisantes de la suprématie européenne, incarnant l'idéologie violente de la hiérarchie et de la répression raciale et civilisationnelle. Les zoos humains soumettaient des hommes vivants à l'objectification « naturaliste », à des fins de lucre et de sensationnalisme. Au pied de la tour Eiffel, ils révélaient la monotopie occidentale comme une nature imposée par un groupe, refusant aux autres à la fois leur mode de vie et leur dignité fondamentale.

Toutefois, à partir de ce même dispositif, une nouvelle possibilité apparaissait, discrète, mais avec des effets tardifs incontestables. Franz Boas, censément le premier à avoir déconstruit les présupposés racistes et hiérarchiques de l'anthropologie, entra en conflit tôt dans sa carrière avec les administrateurs de musée en affirmant que les expositions anthropologiques devaient rassembler les divers artefacts d'un seul groupe culturel, plutôt que de regrouper des outils ou des artefacts de provenances diverses. L'unité holistique de différentes cultures, et non les « étapes de la civilisation », assurait-il, était le véritable objet de l'anthropologie. Boas défendit à nouveau sa perspective à la Chicago's World Fair de 1892, accompagné par quatorze membres de la tribu des Kwakiutls, le groupe indien qu'il avait étudié sur le terrain. Plutôt que de les laisser assis en silence sous le regard des curieux, il leur demandait de réaliser un artisanat complexe, et d'accomplir les tâches et les rituels caractéristiques de leur tribu. Boas écrivit plus tard : « De même que toutes les races ont contribué, dans le passé, au progrès culturel d'une façon ou d'une autre, de même elles seront capables de faire progresser les intérêts de l'humanité si nous daignons leur en donner la réelle opportunité[1]. » Avec Boas, l'exposition des peuples pivotait, très discrètement, d'une objectification naturaliste et d'une physiologie déshumanisante à l'appréciation participante et à un ordre cosmologique radicalement autre. C'était un appel physique aux visiteurs pour qu'ils entrent par empathie dans un mode différent de pensée et d'action – appel répété dans les travaux ultérieurs, résolument égalitaires, de l'anthropologie culturelle[2].

1. Boas 1921 (p. 278).
2. Boas 1989, Buettner-Janusch 1957, Penny 2013.

Architectures pluralistes, ou le point de vue du couloir

Quant à toute l'emphase triomphaliste de l'Exposition de Paris en 1900, il ne fallut qu'un seul coup pour la réduire à néant. Il fut tiré en 1901 dans une autre foire, la Pan-American Exposition de Buffalo, New York. Leo Szoglosz, ému par les discours anarchistes d'Emma Goldmann, tira sur le président américain William McKinley et le tua. Par mesure de sécurité, l'Exposition de Paris fut close, finalement pour toujours. McKinley était célèbre pour avoir étendu l'empire américain aux Philippines, à Cuba, à Hawaii, défendu l'étalon-or chéri des financiers, et pour sa politique protectionniste. La balle de l'anarchiste voulait atteindre la polarisation grandissante de la richesse dans un monde aux mains des tenants d'un capitalisme monopolistique ; elle annonçait les décennies de discorde et de violence qui allaient suivre.

La monotopie était loin d'être invincible. Mais elle n'était pas non plus une simple contingence. Si nous regardons entre les extrêmes de l'ordre absolu et de l'anarchie complète – en étant « équitable[s] envers l'unité comme envers la déliaison » –, nous voyons les failles, l'incomplétude, le localisme persistant et la fragilité qui infirmèrent les aspirations du XIX^e^ siècle et les promesses d'une unité immaculée sous le commandement centralisé de l'Europe[1]. À travers les fissures émergeaient de multiples ensembles partiels et de nouvelles visions de l'histoire, assemblées dans des pratiques de coordination sociale et technique. Certaines de ces autres natures s'alignaient facilement avec la conception monolithique du naturalisme ; d'autres différaient à des endroits significatifs ; d'autres encore proposaient des natures radicalement autres. Il y avait un dialogue continu entre ces autres natures et les efforts très documentés et toujours renouvelés de l'Europe pour imposer sa monotopie.

Nombreux furent ceux au XIX^e^ siècle qui en avaient parfaitement conscience. Les discussions philosophiques de longue date autour de « l'un et le multiple » se déployaient dans des espaces concrets : des monuments monotopiques comme la tour Eiffel faisaient contraste avec les architectures pluralistes. Deux exemples. Le positivisme d'Auguste Comte est souvent lu à tort comme homogénéisant, réducteur et rationaliste. Et pourtant, celui-ci n'a pas seulement proposé une épistémologie pluraliste qui annonçait les *science studies* : dans ses derniers écrits, il a soutenu qu'un retour à un stade intellectuel antérieur était requis pour mettre fin à la guerre et à la concurrence économique. Il pensait réorganiser la

1. James 1967 (p. 197).

société et la science par un retour à l'animisme, en présentant l'humanité comme « le grand être » et la Terre comme « le grand fétiche », demandant soin et dévotion. Cette nouvelle foi fut résumée dans l'hétérotopie du temple de l'Humanité construit par ses disciples de Rio de Janeiro, qui menait ses membres à travers les étapes de l'humanité, les domaines des sciences, les nations du monde et ne reliait ces mondes que de façon partielle, comme une totalité fragmentaire, reconnue comme nécessaire mais artificielle, une « synthèse subjective[1] ».

Mais peut-être que le système de Comte est encore trop contraignant, trop monologique en dépit de son hétérogénéité interne. Considérons alors un autre bâtiment, à la fois concret, imaginaire et mythique, suspendu en espace intermédiaire à la Escher. William James – l'un des fondateurs, en 1899, de l'American Anti-Imperialist League – emprunta une métaphore à son compagnon de voyage Papini pour résumer leur philosophie commune. La méthode pragmatiste, écrivait William James,

> se trouve au milieu de nos théories, comme un couloir dans un hôtel. Elle débouche sur d'innombrables chambres. Dans l'une d'entre elles, vous pourrez trouver un homme écrivant un ouvrage athée ; dans la suivante, un homme agenouillé en train de prier pour obtenir la foi et la force ; dans la troisième, un chimiste en train d'étudier les propriétés d'un corps ; dans la quatrième, un système métaphysique idéaliste est en train d'être conçu ; dans la cinquième, l'impossibilité de la métaphysique est avérée. Mais ils ont tous accès au couloir et tous doivent le traverser s'ils veulent une voie praticable pour entrer dans ou sortir de leurs chambres respectives[2].

Au début du XXIe siècle, nous sommes obligés de prendre conscience des impacts de l'affirmation par le naturalisme d'une différence radicale entre les humains et leur environnement : la consommation, la compétition, la destruction. La monotopie naturaliste – stimulée par les monomanies scientifiques, nationalistes et capitalistes – a bouleversé l'équilibre entre les humains et leur environnement. La nature naturaliste apparaît maintenant comme non naturelle. Peut-être que d'autres orientations cosmologiques préservées par l'histoire, transmises par l'anthropologie, à l'ombre des gratte-ciel, pourraient offrir de meilleurs guides pour habiter cette Terre transformée et qui n'est plus inerte.

Traduit par Franck Lemonde

1. Comte 1856.
2. James 1967 (p. 380) Bordogna 2008, Madelrieux 2008.

Références bibliographiques

Abrams Meyer H., 1971, *The Mirror and the Lamp : Romantic Theory and the Critical Tradition*, Oxford, Oxford University Press.

Alder Ken, 2010, *Engineering the Revolution : Arms and Enlightenment in France (1763-1815)*, Chicago (IL), University of Chicago Press.

[Anonyme], 1889, *Exposition de 1889 et la tour Eiffel, d'après les documents officiels, par un ingénieur [L']*, 1889, Paris, Gombault & Singier.

Bakhtine Mikhaïl M., 1982, *The Dialogic Imagination*, Austin (TX), University of Texas Press.

Baratay Éric, 2004, « Le frisson sauvage : les zoos comme mise en scène de la curiosité », *Zoos humains. Au temps des exhibitions humaines*, Paris, La Découverte, p. 31-37.

Barthes Roland, 1997, *The Eiffel Tower and Other Mythologies*, Berkeley (CA), University of California Press.

Barthes Roland et Martin André, 1989, *La Tour Eiffel*, Paris, Seuil.

Bensaude-Vincent Bernadette et Blondel Christine (dir.), 2002, *Des savants face à l'occulte (1870-1940)*, Paris, La Découverte.

Biagioli Mario (dir.), 1999, *The Science Studies Reader*, New York, Routledge.

Boas Franz, 1921, *The Mind of Primitive Man*, New York, Macmillan.

– 1989, *A Franz Boas Reader : The Shaping of American Anthropology (1883-1911)*, Chicago (IL), University of Chicago Press.

Bordogna Francesca, 2008, *William James at the Boundaries : Philosophy, Science, and the Geography of Knowledge*, Chicago, (IL), University of Chivago Press.

Bourguet Marie-Noëlle, Licoppe Christian et Sibum H. Otto (dir.), 2004, *Instruments, Travel and Science : Itineraries of Precision from the Seventeenth to the Twentieth Century*, Londres, Routledge.

Buettner-Janusch John, 1957, « Boas and Mason : Particularism versus Generalization », *American Anthropologist*, vol. 59, nº 2, p. 318-324.

Cahan David (dir.), 2003, *From Natural Philosophy to the Sciences : Writing the History of Nineteenth-Century Science*, Chicago (IL), University of Chicago Press.

– 2004, *An Institute for an Empire : The Physikalisch-Technische Reichsanstalt (1871-1918)*, Cambridge, Cambridge University Press.

Carnino Guillaume, 2015, *L'Invention de la science. La nouvelle religion de l'âge industriel*, Paris, Seuil.

Comte Auguste, 1856, *Synthèse subjective, ou système universel des conceptions propres à l'état normal de l'humanité*, Paris, Dalmont.

Cronon William, 1992, *Nature's Metropolis : Chicago and the Great West*, New York, Norton.

Daniels George, 1994, *American Science in the Age of Jackson*, Tuscaloosa (AL), University of Alabama Press.

Darnton Robert, 1984, *La Fin des Lumières. Le mesmérisme et la Révolution*, Paris, Perrin.

Dear Peter, 2012, « Science Is Dead ; Long Live Science », *Osiris*, vol. 27, nº 1, p. 37-55.

Deleuze Gilles et Guattari Félix, 1980, *Capitalisme et schizophrénie*, t. 2 : *Mille plateaux*, Paris, Minuit.

Descola Philippe, 2005, *Par-delà nature et culture*, Paris, Gallimard.

Dolan Emily I. et Tresch John, 2011, « A Sublime Invasion : Meyerbeer, Balzac, and the Opera Machine », *Opera Quarterly*, vol. 27, nº 1, p. 4-31.

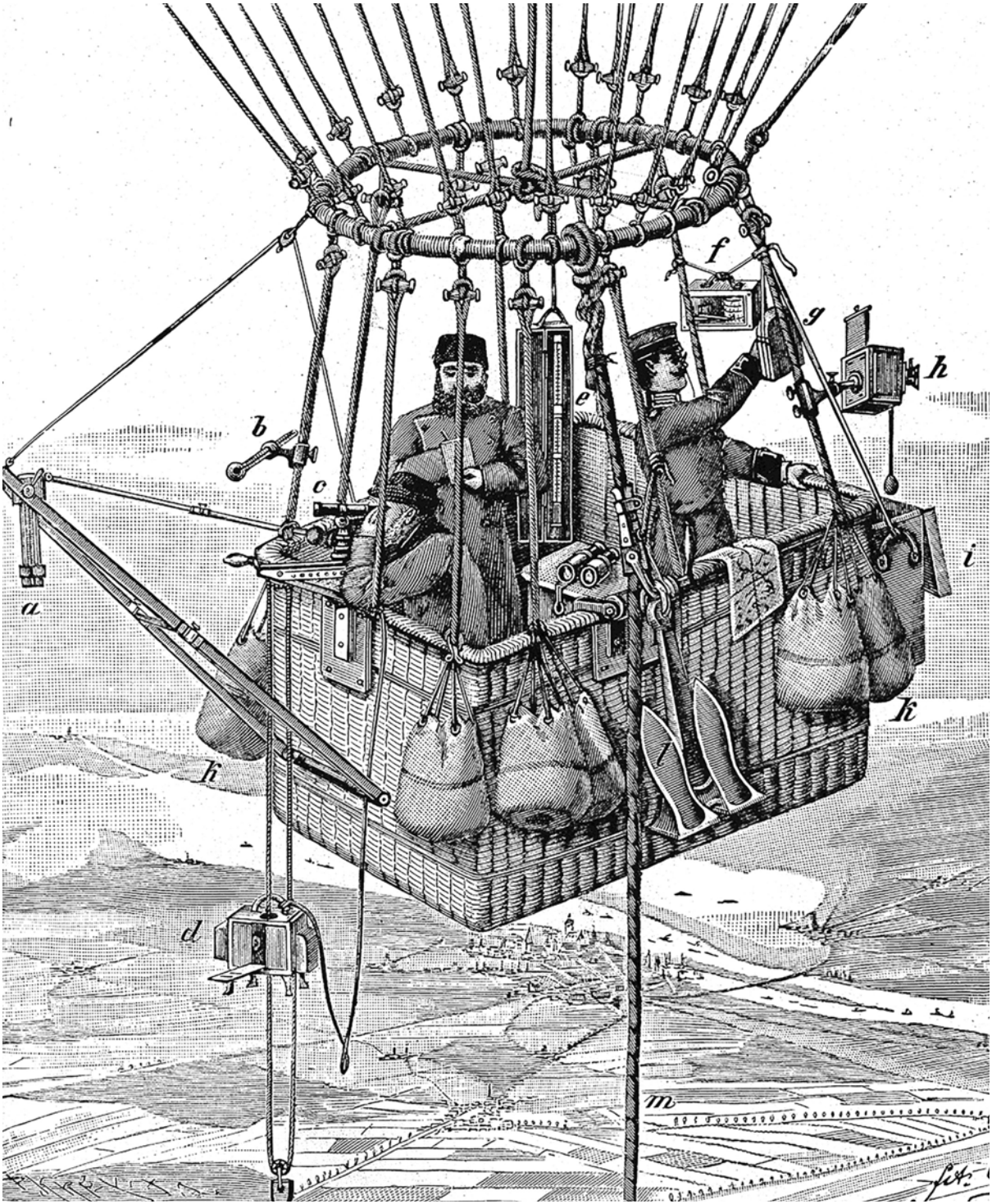
Foucault Michel, 2004, « Des espaces autres », *Empan*, nº 2, p. 12-19.

Fox Robert, 2012, *The Savant and the State : Science and Cultural Politics in Nineteenth-Century France*, Baltimore (MD), Johns Hopkins University Press.
Gaillard Marc, 2002, *La Tour Eiffel*, Paris, Flammarion.
Galison Peter L. et Stump David J. (dir.), 1996, *The Disunity of Science : Boundaries, Contexts and Power*, Stanford (CA), Stanford University Press.
Gieryn Tom F., 2002, « Three Truth Spots », *Journal of the History of the Behavioral Sciences*, vol. 38, nº 2, p. 113-132.
Gillispie Charles C., 1960, *The Edge of Objectivity : An Essay in the History of Scientific Ideas*, Princeton, Princeton University Press.
Golinski Jan, 2008, *Making Natural Knowledge : Constructivism and the History of Science*, Chicago (IL), University of Chicago Press.
– 2012, « Is It Time to Forget Science ? », *Osiris*, vol. 27, nº 1, p. 19-36.
Gould Stephen Jay, 1983 [1981], *La Mal-Mesure de l'homme*, Paris, Ramsay.
James William, 1967, *The Writings of William James : A Comprehensive Edition*, New York, Random House.
Johnson Peter, 2006, « Unravelling Foucault's "Different Spaces" », *History of the Human Sciences*, vol. 19, nº 4, p. 75-90.
Kohler Robert E., 2002, *Landscapes and Labscapes : Exploring the Lab-Field Border in Biology*, Chicago (IL), University of Chicago Press.
Lachapelle Sofie, 2011, *Investigating the Supernatural : From Spiritism and Occultism to Psychical Research and Metapsychics in France (1853-1931)*, Baltimore (MD), Johns Hopkins University Press.
Latour Bruno, Hermant Émilie et Shannon Susanna, 1998, *Paris, ville invisible*, Paris, Les Empêcheurs de penser en rond et La Découverte.
Levitt Theresa, 2009, *The Shadow of Enlightenment : Optical and Political Transparency in France (1789-1848)*, Oxford, Oxford University Press.
Livingstone David et Withers Charles (dir.), 2011, *Geographies of Nineteenth-Century Science*, Chicago (IL), University of Chicago Press.
Loyrette Henri, 1985, *Gustave Eiffel*, New York, Rizzoli.
Madelrieux Stéphane, 2009, *William Jones. L'attitude empiriste*, Paris, PUF.
Maupassant Guy de, 1890, *La Vie errante*, Paris, Paul Ollendorff.
Maupassant Guy de, *et al.*, 1887, « Protestation contre la tour de M. Eiffel », *Le Temps*, 14 février.
Méheust Bertrand, 1998, *Somnambulisme et médiumnité (1784-1930). Le défi du magnétisme animal*, vol. 1, Paris, Les Empêcheurs de penser en rond.
Mitchell Timothy (dir.), 2000, *Questions of Modernity*, Minneapolis (MN), University of Minnesota Press.
Morrell Jack et Thackray Arnold, 1981, *Gentlemen of Science*, Oxford, Clarendon Press.
Nancy Jean-Luc et Lacoue-Labarthe Philippe, 1978, *L'Absolu littéraire. Théorie de la littérature du romantisme allemand*, Paris, Seuil.
Natale Simone, 2011, « The Medium on the Stage : Trance and Performance in Nineteenth-Century Spiritualism », *Early Popular Visual Culture*, vol. 9, nº 3, p. 239-255.
Noakes Richard, 2008, « The "World of the Infinitely Little" : Connecting Physical and Psychical Realities circa 1900 », *Studies in History and Philosophy of Science, Part A*, vol. 39, nº 3, p. 323-334.
O'Connell Joseph, 1993, « Metrology : The Creation of Universality by the Circulation of Particulars », *Social Studies of Science*, vol. 23, nº 1, p. 129-173.
Panofsky Erwin, 1976, *Gothic Architecture and Scholasticism : An Enquiry into the*

Analogy of the Arts, Philosophy, and Religion in the Middle Ages, New York, New American Library.
Peirce Charles S., 1998, *Chance, Love and Logic : Philosophical Essays*, Lincoln (NE), University of Nebraska Press.
Penny Glenn, 2013, *Kindred by Choice : Germans and American Indians since 1800*, Chapel Hill (NC), University of North Carolina Press.
Pestre Dominique, 1995, « Pour une histoire sociale et culturelle des sciences. Nouvelles définitions, nouveaux objets, nouvelles pratiques », *Annales. Histoire, sciences sociales*, vol. 50, nº 3, p. 487-522.
Pickering Andrew, 1992, *Science as Practice and Culture*, Chicago (IL), University of Chicago Press.
Porter Theodore M., 1996, *Trust in Numbers : The Pursuit of Objectivity in Science and Public Life*, Princeton, Princeton University Press.
Qureshi Sadiah, 2011, *Peoples on Parade : Exhibitions, Empire, and Anthropology in Nineteenth-Century Britain*, Chicago (IL), University of Chicago Press.
Raj Kapil, 2007, *Relocating Modern Science : Circulation and the Construction of Knowledge in South Asia and Europe (1650-1900)*, Basingstoke, Palgrave Macmillan.
Richards Robert J., 2002, *The Romantic Conception of Life : Science and Philosophy in the Age of Goethe*, Chicago (IL), University of Chicago Press.
Rothfels Nigel, 2002, *Savages and Beasts : The Birth of the Modern Zoo*, Baltimore (MD), Johns Hopkins University Press.
Schaffer Simon, 1992, « Late Victorian Metrology and Its Instrumentation : A Manufactory of Ohms », in Robert Bud et Susan Cozzens (dir.), *Invisible Connections : Instruments, Institutions, and Science*, Bellingham (WA), SPIE, 23-56.
Schroeder David P., 2002, *Cinema's Illusions, Opera's Allure : The Operatic Impulse in Film*, New York, Continuum.
Scott James C., 1998, *Seeing Like a State : How Certain Schemes to Improve the Human Condition Have Failed*, New Haven (CT), Yale University Press.
Smith Crosbie et Wise M. Norton, 1989, *Energy and Empire : A Biographical Study of Lord Kelvin*, Cambridge, Cambridge University Press.
Staley Richard, 2008, « Worldviews and Physicists' Experience of Disciplinary Change : On the Uses of "Classical" Physics », *Studies in History and Philosophy of Science, Part A*, vol. 39, nº 3, p. 298-311.
Staum Martin S., 2003, *Labeling People : French Scholars on Society, Race, and Empire (1815-1848)*, Montréal et Kingston, McGill-Queen's University Press.
Stengers Isabelle, 1997, *Cosmopolitiques*, Paris, La Découverte et Les Empêcheurs de penser en rond.
Stolow Jeremy, [à paraître], « Mediumnic Lights, Xx Rays, and the Spirit who Photographed Herself, *Critical Inquiry*.
Tresch John, 2012, *The Romantic Machine : Utopian Science and Technology after Napoleon*, Chicago (IL), University of Chicago Press.
– 2015, « Choses cosmiques et cosmogrammes de la technique », *Gradhiva, Revue d'anthropologie et d'histoire des arts*, n° 22, p. 23-44.
Valtat Jean-Christophe, 2009, « Reproduction, simulation, performance. *L'Ève future* de Villiers de L'Isle-Adam », *Tracés*, nº 1, p. 151-164.
Williams Rosalind, 2013, *The Triumph of Human Empire*, Chicago (IL), University of Chicago Press.
Wise M. Norton (dir.), 1995, *The Values of Precision*, Princeton, Princeton University Press.

DEUXIÈME PARTIE

CHAMPS DE SCIENCES


a
b
c
d
e
f
g
h
i
k
k
l
m

7 Inventorier la Terre

SABINE HÖHLER

Un ballon nommé *Humboldt*

Une gravure montre trois aéronautes absorbés par la lecture d'instruments et l'enregistrement de mesures. Elle porte la légende suivante : « Dans la nacelle du ballon *Humboldt*, à 5 000 mètres au-dessus de Stettin. » L'image rappelle un événement précis : le 1er mars 1893, une montgolfière nommée *Humboldt* s'élève de Berlin-Charlottenburg, en présence du couple impérial allemand, et progresse vers le nord-est en direction de la lagune de Stettin[1].

L'aéronautique suscite alors un vif enthousiasme. Bourgeois, militaires et météorologistes recourent à l'aérostat pour des raisons aussi diverses que le délassement, les compétitions sportives, les manœuvres de reconnaissance et les relevés atmosphériques. En 1893, l'empereur avait encouragé l'Association allemande d'aéronautique (Deutscher Verein zur Förderung der Luftschiffahrt), fondée douze années auparavant à Berlin, par un don de 50 000 Reichsmarks. La somme était destinée aux « ascensions scientifiques ». L'Association comprenait des savants et ingénieurs berlinois renommés, comme Hermann von Helmholtz et Werner von Siemens.

Mais les personnages de la gravure, qui sont-ils ? On reconnaît au centre Richard Assmann, le président de l'Association, et, à sa droite, son collègue Victor Kremser. Tous deux travaillent pour l'Institut royal prussien de météorologie à Berlin. L'officier en uniforme est Hans Gross, capitaine au département aéronautique de l'armée (Preussische Luftschifferabteilung) et graveur à ses heures, comme en atteste sa signature au bas de l'œuvre[2].

Il a représenté les aérostiers et leurs instruments dans l'étroite nacelle,

1. Linke 1909 (p. 240-241).
2. Assmann 1900 (p. 61 *sq.*).

◀ La physique d'Alexandre von Humboldt en haute atmosphère. Deux météorologues et un officier, membres de l'Association aéronautique de Berlin, font des observations dans le ballon *Humboldt* en 1893.

comme s'il s'agissait d'un observatoire d'altitude. On y reconnaît une carte, une boussole, des jumelles, un chronomètre, un appareil photographique, ainsi que des thermomètres et thermographes, des appareils barométriques, et un « psychromètre » mis au point par Assmann lui-même pour mesurer l'humidité relative[1]. Ces objets, détaillés en légendes, constituent l'équipement de base d'un vol scientifique en ballon. Les gestes stéréotypés des personnages annoncent la réification de la nature par son étude méthodique[2].

Pour autant, la gravure n'apporte pas d'autre indication notable. Elle prend un sens une fois replacée dans le contexte d'émergence des sciences et des technologies de la Terre au XIXe siècle. De tels projets poursuivent un double but : épistémique et politique. L'impérialisme occidental, en effet, bénéficie de ces découvertes ; l'expansion coloniale génère, diffuse et transforme les connaissances. Au nom des jeunes États-nations européens, les hommes de science s'aventurent vers l'inconnu pour s'approprier des espaces et des régions extrêmes, comme les pôles, les abysses, les volcans, les déserts et les glaciers. De la météorologie et de la géographie naissent l'océanographie, la sismologie et la climatologie. Ces disciplines, mises au service des nations, envisagent les différents phénomènes terrestres comme autant d'aspects d'une même entité physique. L'extension des réseaux scientifiques et leur collaboration contribuent, durant le long XIXe siècle, à la naissance de notre monde moderne.

Un précurseur

En baptisant leur ballon *Humboldt*, les aéronautes de Berlin se revendiquent d'un développement scientifique qui s'était imposé aux philosophes de la nature et au public cultivé. En 1802, équipé d'un baromètre et d'un carnet, le naturaliste allemand Alexander von Humboldt (1769-1859) entreprend de gravir, au prix d'immenses efforts, le Chimborazo, un volcan d'Équateur. Estimé par celui-ci à 5 900 mètres, le Chimborazo passe pour la plus haute montagne et la limite naturelle à toute forme de vie. Le dessin de Gross la rappelle, mais laisse supposer que l'homme est proche de la dépasser[3].

Le nom de Humboldt parle à l'idéal romantique par les prouesses qu'il a accomplies. Le naturaliste, qui a pénétré les endroits les plus

1. *Ibid.* (p. 5-32).
2. Höhler 2001, Daston 1995, Daston et Galison 2007, Daston et Lunbeck 2011.
3. Humboldt et Lubrich 2006 [1853].

dangereux, passe pour un héros. Ses carnets de voyage, ses collections et son corps meurtri attestent indéniablement de sa conquête du lointain. Son nom évoque la rigueur dans l'observation des phénomènes terrestres et l'ampleur empirique du travail telle qu'elle apparaît dans son œuvre *Kosmos, Entwurf einer physischen Weltbeschreibung* (traduite en français entre 1846 et 1848 sous le titre *Cosmos. Essai d'une description du monde*)[1]. Il n'omet aucun détail, mais prétend aussi se distinguer des « misérables archivistes de la nature », ces naturalistes du XVIII^e siècle qui n'avaient décrit le monde que de manière encyclopédique[2]. Il symbolise une nouvelle conception des sciences de la Terre, où d'un nombre croissant de données sont dégagées des lois universelles. Cent ans plus tard, les aéronautes allemands célébreront Humboldt comme leur prédécesseur pour avoir introduit les mesures atmosphériques à l'échelle planétaire, incluant la composition de l'air, la température, la pression et l'humidité. Se référant à ce que Humboldt appelle alors la « physique du monde », destinée à découvrir le « flux et le reflux réguliers de l'océan aérien[3] », ces aéronautes fonderont la « physique de l'atmosphère », qui deviendra en 1906 l'« aérologie[4] ».

Cartographier la Terre

Lors de leurs expéditions en Amérique, Humboldt et son jeune collègue français Aimé Bonpland (1773-1858) transportent eux-mêmes leur équipement, quand ils ne recourent pas aux porteurs indigènes ou aux animaux de bât. Ils suivent le sillage des voyageurs du XVIII^e siècle qui, avec leurs propres deniers ou sous mandat royal, avaient levé l'ancre pour découvrir de nouveaux horizons. Le plus connu d'entre eux est sans doute le capitaine James Cook (1728-1779) qui explora le Pacifique entre 1768 et 1779. C'est une époque où géographes, cartographes, astronomes et botanistes inventorient la *terra incognita* : détroits, îles et continents entiers, dans l'intérêt de leur pays… et, bien entendu, de la science[5].

De cette exploration résultent des cartes prestigieuses, détenues ensuite par les compagnies commerciales ou exposées par les souverains comme emblèmes de leur grandeur. Elles confèrent en effet un pouvoir symbolique

1. Humboldt 1845-1862.
2. Humboldt en 1794, dans une lettre à Schiller, citée par Godlewska 1999 (p. 244).
3. Humboldt en 1806, cité par Dettelbach 1996 (p. 289). Pour le concept de « science humboldtienne », voir Cannon 1978.
4. Wilhelm von Bezold inséra la *Physik der Atmosphäre* dans la météorologie vers 1890. En 1906, l'*Aerologie* remplaça l'*aeronautische Meteorologie*.
5. Miller et Reill 1996, Safier 2008, Smethurst 2012.

à leur propriétaire, au même titre que les collections royales et les jardins botaniques. Elles ne représentent pas le monde dans sa totalité, mais offrent une synthèse visuelle d'éléments choisis et judicieusement rassemblés. Elles comportent légendes et notations, mais restent muettes sur les sources à partir desquelles elles furent élaborées ; de cette manière, elles finissent peu à peu par devenir des images allant de soi, comme produites *ex nihilo*. Elles créent des lieux abstraits appelés à devenir des États-nations et des colonies[1]. En somme, les cartes remplissent des fonctions sociétales et culturelles indépendamment de leur exactitude.

Toutefois, en amont de ces cartes, pour collecter des données nécessaires à leur construction, appareils d'optique et chronomètres récemment perfectionnés deviennent d'un usage courant. À partir du milieu du XVIII^e^ siècle, de vastes projets topographiques voient le jour. Un rapport remis à la cour britannique, dans les années 1760, pour résoudre les litiges frontaliers en Amérique coloniale est rédigé selon les mesures astronomiques traditionnelles, alors que le Great Trigonometrical Survey of India, le gigantesque projet de cartographier l'Inde inauguré au tournant du XIX^e^ siècle, voit dès le début l'utilisation de théodolites modernes et de la triangulation. Le terme même de « cartographie » est créé lors de la « réinvention de la géographie » en tant que discipline autonome[2]. États-nations européens et corps de génie civil qui aménagent et délimitent le territoire se développent simultanément, dans un même mouvement. Les plans cadastraux deviennent indispensables à la gestion de l'État et au gouvernement des colonies[3].

Une autre vision de la Terre

Au XIX^e^ siècle, les recherches prennent de nouvelles directions. À la seule échelle nationale, la science se révèle incapable d'observer les phénomènes atmosphériques, océaniques et tectoniques, tels que les tempêtes, les tremblements de terre ou les éruptions volcaniques. Cette incapacité explique en partie l'apparition d'un nombre croissant d'organisations scientifiques internationales dès le milieu du siècle. Pour percevoir la portée globale d'événements régionaux et pour relier des observations lointaines à des origines clairement identifiées, il faut développer des réseaux d'étude qui fonctionnent au-delà des frontières et permettent de

1. Cosgrove 1999, Pickles 2004.
2. Schröder 2011.
3. Scott 1998 (chap. 1).

couvrir l'ensemble de la planète. De telles organisations œuvrent pour une collecte concertée des données et participent d'un système de mesures commun et d'instruments standardisés[1]. Les techniques de communication modernes et les progrès des moyens de transport favorisent l'échange et la transmission des informations[2].

Trois initiatives scientifiques à cette époque sont, chacune, de petits exploits : la « croisade magnétique », réalisée vers 1840, instituant et exploitant les premiers réseaux d'observation ; l'expédition du *HMS Challenger*, dans les années 1870, s'appropriant symboliquement les fonds océaniques par des sondages et des cartes bathymétriques ; l'Année polaire internationale (1882-1883), établissant une coopération en matière de recherche.

La « croisade magnétique »

Humboldt s'inscrit dans la philosophie des Lumières lorsqu'il rassemble et classe les éléments naturels en vue d'une vérité universelle. En même temps, il personnifie le passage d'une philosophie de la nature à une science empirique et positive au caractère inductif et explicatif. Quelle que soit la perspective choisie, ses concepts, méthodes et outils ont influencé la pratique et l'organisation des sciences de la Terre après 1800. La « croisade magnétique » de la fin des années 1830 et du début des années 1840 en est l'exemple même.

Ce projet scientifique, le plus vaste jusqu'alors entrepris en Grande-Bretagne, voire à l'échelle de la planète, a pour tâche de mesurer l'intensité et la variation du champ magnétique terrestre, connaissance indispensable à la première puissance impériale pour bien naviguer et contrôler les océans du monde. On établit alors un réseau d'observatoires dans les colonies britanniques, aux Malouines, en Tasmanie mais également à Sainte-Hélène, au cap de Bonne-Espérance, à Toronto, Singapour, Simla et Madras, qui recueillent une quantité exceptionnelle de renseignements.

Le projet est dirigé par Sir Edward Sabine (1788-1883), géophysicien et astronome, passionné de géodésie. À ses côtés, plusieurs savants britanniques de renom contribuent à la levée des fonds, notamment l'astronome John Herschel (1792-1871), le polymathe William Whewell (1794-1866) et le physicien Humphrey Lloyd (1800-1881). Judicieusement surnommé le « lobby magnétique », ce groupe fait campagne

1. Schaffer, dans ce volume.
2. Edwards 2003.

pour obtenir l'approbation du gouvernement et le soutien de l'Association britannique pour l'avancement de la science (BAAS)[1]. Le rapport de cet immense programme de recherche est déposé en 1838. Selon Sabine, il ne fera pas seulement progresser les mathématiques et la physique, mais contribuera aussi à conforter l'hégémonie britannique en fournissant des informations nautiques à la Royal Navy. Par la mesure du champ magnétique, Sabine espère également apporter des solutions au calcul de la longitude en haute mer.

L'équipe britannique est à la fois partenaire et rivale des efforts comparables entrepris sur le continent européen. Lors de son voyage dans les régions équatoriales d'Amérique, entre 1799 et 1804, Humboldt avait mené des recherches approfondies sur le magnétisme. Il s'associe par la suite à François Arago (1786-1853), directeur de l'Observatoire de Paris, membre du Bureau des longitudes et secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, et tous deux réussissent à mettre en place, au début des années 1830, une chaîne d'une vingtaine de stations de mesure qui vont de Pékin à Paris en passant par la Russie et l'Amérique du Sud, dans le but de collecter quotidiennement des informations géomagnétiques et de les envoyer vers Paris, Berlin et Saint-Pétersbourg[2]. Sur les conseils de Humboldt, Carl Friedrich Gauss (1777-1855) et le physicien Wilhelm Eduard Weber (1804-1891) assurent la suite de ce réseau sous le nom de Göttinger Magnetischer Verein (Association magnétique de Göttingen), sans doute la première véritable organisation scientifique internationale. En 1836, Humboldt invite le président de la Royal Society à étendre la chaîne des observations effectuées le long des frontières de l'Empire, aux régions tropicales, au Canada et à l'Asie. Les Allemands n'arrivant plus à entretenir le réseau de collecte ni à exploiter seuls les résultats, les relevés quotidiens sont réunis et interprétés par les Britanniques à partir de 1840[3]. Dépassant donc les projets initiaux, cette recherche intègre désormais les anciennes collaborations mises en place par Humboldt, Arago et Gauss[4].

On utilise des postes au Canada, en Afrique du Sud, en Tasmanie, en Inde et dans d'autres possessions. Les institutions coloniales de l'Empire, l'amirauté et la Compagnie des Indes orientales en assurent la gestion et collaborent avec des observatoires en Russie, Chine, France, Belgique, Autriche et Allemagne. Durant les trois premières années, une trentaine de stations contribuent ainsi à l'enregistrement simultané des

1. Cawood 1979 (p. 498).
2. Malin et Barraclough 1991.
3. *Ibid.* (p. 287 *sq.*).
4. Cawood 1979, Locher 2007, Larson 2011.

informations. Celles-ci sont consignées tous les mois, conformément à un modèle commun. On adopte le temps moyen de Göttingen pour synchroniser les mesures. Des observateurs occasionnels, munis de magnétomètres, participent à l'opération et transmettent leurs résultats à l'éditeur Weidmannsche Buchhandlung à Leipzig, à Gauss à Göttingen, ou directement à la Royal Society à Londres[1].

En 1839, l'Association britannique mène une expédition vers les régions australes sous le commandement de James Clark Ross (1800-1862), officier de marine s'étant déjà illustré dans l'océan Arctique. Les préparatifs se font à la hâte, car l'Antarctique est l'enjeu d'une vive compétition entre Américains et Français. Malgré la collaboration évoquée, le magnétisme demeure un domaine disputé entre États.

Alors que Gauss, à la fin des années 1830, défend une théorie générale et un modèle mathématique du champ magnétique, Sabine suit le programme empiriste de Humboldt. Il déduit les lois cosmiques à partir de données recueillies dans une multitude d'endroits. Mais, paradoxalement, l'abondance même des informations laisse craindre qu'elles ne puissent être réunies sous une même théorie[2].

La « croisade magnétique » est un moment fort, moins pour le progrès des connaissances que pour la confirmation qu'une telle entreprise collaborative et internationale peut être menée avec succès[3]. La recherche, qui dépendait principalement de l'initiative privée, devient alors l'apanage des États. Les normes du laboratoire se voient appliquées sur les sites naturels d'investigation[4]. Transformer le monde en laboratoire et pouvoir rassembler les données sur de longues périodes et de grandes distances exige la coordination parfaite d'un réseau à l'échelle globale, d'outils statistiques et visuels. Les statistiques et les théories probabilistes permettent de traduire des observations et mesures singulières en valeurs moyennes, en corrélations et en variations périodiques. La multiplication des observations permet de lisser les erreurs et de dégager schèmes et « lois » naturelles, au sens que leur prêtait Humboldt avec son idée de vérités empiriques collectives.

Le statisticien Adolphe Quetelet (1796-1874), directeur de l'observatoire de Bruxelles, participe dès 1835 au programme de Humboldt et de Gauss sur le géomagnétisme, et, après 1840, continue de coordonner les observations effectuées simultanément à travers le monde[5]. Humboldt,

1. Holger 1840 (p. 137-138).
2. Gauss 1838-1839, Cawood 1979 (p. 514).
3. Cawood 1979 (p. 516).
4. Bigg, Aubin et Felsch 2009.
5. Locher 2007 (p. 494).

quant à lui, se charge de la représentation graphique des données. Il relie les phénomènes terrestres selon des mesures de même valeur formant des courbes de niveau. Disposées en isothermes et isobares, les variantes de température et de pression révèlent des zones climatiques étendues. Pareillement, le classement des données magnétiques s'opère sur des cartes d'inclinaison (lignes isoclines), de déclinaison (lignes isogoniques) et d'intensité (lignes isodynamiques). Cette manière de procéder offre l'avantage d'une lecture synoptique. Dans les décennies qui suivent, l'idée humboldtienne de relier par une même ligne des mesures identiques s'étend à tous les aspects de l'environnement terrestre.

Sonder les abysses

Trente ans après la « croisade », la Royal Society prend l'initiative d'un projet d'exploration qui une fois encore attire l'attention internationale. En 1872, l'*HMS Challenger* lève l'ancre pour cartographier les océans du monde. Il s'agit de la première expédition consacrée uniquement à la recherche en eau profonde. Dirigée par l'Écossais Charles Wyville Thomson (1830-1882), spécialiste en zoologie marine, elle a pour but d'étudier la biologie marine et de déterminer l'existence de la vie dans les grandes profondeurs, notamment par des relevés chimiques et hydrographiques. Cette expédition marque un tournant historique par la richesse des mesures et échantillons collectés. Le *Challenger* découvre le « monde caché » des océans qui, selon l'astronome et océanologue américain Matthew F. Maury (1806-1873), directeur du Dépôt des cartes et instruments de la marine américaine, « recèle des connaissances et des enseignements à la fois utiles et profitables à l'homme[1] ».

Les instruments de précision et les cartes deviennent les adjuvants indispensables à la navigation et au tracé des voies navigables au profit du commerce international en pleine expansion. Par ailleurs, le développement de la télégraphie dépend de l'exactitude des mesures précises de profondeur marine. La pose de câbles sous-marins à travers le plateau télégraphique, sur la dorsale entre Terre-Neuve et les îles Britanniques, contribue au perfectionnement des techniques de sonde. La bathymétrie, la topographie et l'échantillonnage connaissent un véritable essor au milieu du XIX^e^ siècle. En 1853, Maury réunit les nations maritimes les plus influentes en un premier congrès international à Bruxelles, pour mettre au point un système universel d'observation des vents et des courants.

1. Maury 1858 (p. 114), Höhler 2002.

Après 70 000 milles nautiques (130 000 km), le *Challenger* a répertorié environ 4 000 nouvelles espèces, enregistré près de 400 sondages et dessiné une quarantaine de cartes marines. Sur deux décennies, les résultats de l'expédition sont consignés dans 50 volumes, édités par le naturaliste et océanographe écossais John Murray (1841-1914), qui présentent le savoir recueilli sur les grands fonds sous forme de cartes bathymétriques[1]. Celles-ci utilisent les isolignes de Humboldt pour représenter les profondeurs marines, de même que pour l'atmosphère et le champ magnétique.

L'aventure du *Challenger* marque un tournant dans l'histoire des sciences. À l'histoire naturelle succèdent les sciences naturelles qui adoptent les langages formalisés et standardisés de la physique et de la biologie. À la fin du XIX^e^ siècle, des commissions nationales sont créées pour orienter la recherche océanographique. Elles synthétisent les résultats sous la forme de tableaux et de cartes détaillées. En 1899, le Congrès international de géographie commande une étude générale des bassins océaniques et standardise la terminologie des profondeurs[2].

Coopération et concurrence

D'autres sciences de la Terre connaissent la même évolution : la météorologie, le géomagnétisme, la géologie, l'astronomie, auxquels il faut ajouter la sismologie et la climatologie, deux disciplines plus récentes. Dans la seconde moitié du XIX^e^ siècle, ces sciences se développent par la création d'observatoires étatiques, souvent mis en réseau pour partager les observations, de services nationaux pour enregistrer et compiler les données de manière permanente, et enfin d'organisations internationales pour coordonner et normaliser les efforts nationaux. Les services nationaux remplissent une triple fonction : ils délivrent des informations, fournissent des prévisions et, au besoin, avertissent d'un danger. En 1875, presque tous les pays européens possèdent leur département de météorologie[3].

Les sciences de la Terre adoptent l'approche qui consiste à déduire les théories des modèles numériques et les prévisions des données statistiques. De nouveaux régimes d'observation engendrent également de nouvelles structures de gouvernance[4]. D'abord, les négociations interétatiques deviennent une condition *sine qua non* de l'obtention de résultats

1. Thomson et Murray 1880-1895.
2. Rozwadowski 2002.
3. Nebeker 1995 (p. 21).
4. Locher 2007 (p. 492).

fiables et robustes. Ensuite, les États sont obligés de posséder un niveau technologique minimal pour participer aux « mécanismes d'internationalisation » qui sont à la base de la recherche collaborative[1]. La mise en place de l'infrastructure scientifique et technique suit par ailleurs le développement des transports et des voies de communication, et est une fonction directe de la puissance militaire et économique de chaque pays. La topologie des savoirs qui en résulte est donc tout sauf globale : elle est sélective et dépend de la puissance politique.

L'Année polaire internationale (API), une collaboration internationale pour étudier les phénomènes géophysiques et climatologiques des régions polaires, commence en août 1882 et se poursuit en 1883. Elle est un point d'orgue de la coopération entre États. Le premier Congrès international de météorologie, qui se tient à Londres en 1876, examine la proposition d'un officier et explorateur austro-hongrois, Karl Weyprecht (1838-1881), de coopérer à l'étude de la météorologie et du magnétisme des régions arctiques. La suggestion préconise la création d'un réseau fixe d'observation pour une durée d'un an. Un hydrographe allemand, Georg von Neumayer (1826-1909), avait entrepris précédemment des explorations semblables au pôle Sud. À l'initiative de ces savants, le deuxième Congrès de météorologie, qui se tient à Rome en 1879, préconise les études polaires. Présidée par Neumayer, la Commission polaire internationale décide l'établissement de douze bases boréales et de deux australes. Ce programme réunit douze nations, dont la plupart avaient déjà mené des missions dans ces zones : les États-Unis, le Canada, la Russie, la Grande-Bretagne, le Danemark, la Suède, la Norvège, la Finlande, les Pays-Bas, l'Autriche, l'Allemagne et la France[2]. Ces États établissent en Arctique des bases d'observation circumpolaires.

L'intérêt scientifique ne peut expliquer à lui seul l'implication exclusive des pays européens et nord-américains dans la « première expérience météorologique internationale coordonnée[3] ». La recherche sert de prétexte aux revendications territoriales. Ainsi l'expédition allemande dans la baie Royale de la Géorgie du Sud et la française dans la baie Orange, près du cap Horn, affirment-elles la présence de ces nations dans l'océan Austral. Elles posent les jalons d'une revendication sur ces terres encore vierges. L'Afrique tropicale et les régions polaires constituent les dernières *terrae incognitae*. Les missions européennes et nord-américaines préparent la voie à des déclarations de souveraineté et à un partage des territoires[4].

1. Geyer et Paulmann 2001.
2. Lüdecke 2004 (p. 55-64), Launius, Fleming et DeVorkin 2010.
3. Lüdecke 2004 (p. 58).
4. Tilley 2011.

De même, coordonner et coopérer ne vont pas nécessairement de pair[1]. À côté des stations polaires fixes, des équipes de recherche, des navires marchands et des bases consacrées à la météorologie et au magnétisme réalisent des observations complémentaires (astronomiques, atmosphériques et hydrographiques). Elles sont effectuées en permanence, plus particulièrement le premier et le quinzième jour de chaque mois, et sont synchronisées selon le temps moyen de Göttingen. Comparée à l'extension des observations, la diffusion des résultats demeure limitée. Le comité de la Commission polaire internationale les archive à l'Observatoire central de physique à Saint-Pétersbourg. Ils sont ensuite reportés sur des cartes météorologiques et climatologiques à des échelles régionales ou plus vastes, mais on n'en donne jamais une vue d'ensemble[2].

Le système d'observation internationalement coordonné de l'API révèle sa véritable dimension en août 1883 lors de l'éruption du volcan Krakatoa en Indonésie. Contrairement à celle du Tambora en 1815, également en Indonésie, l'un des plus grands cataclysmes de l'histoire dont les répercussions globales ont été ignorées, l'éruption du Krakatoa est immédiatement considérée comme une catastrophe de dimension planétaire. Elle engendre la destruction de 160 villages et cause la mort de 36 000 personnes. Des ondes atmosphériques et océaniques sont enregistrées à travers la Terre dans les heures et les jours qui suivent l'explosion. Le raz-de-marée est évalué par les fluctuations du niveau de l'eau jusque dans les ports les plus lointains. L'onde de choc est mesurée par les baromètres de 46 stations et observatoires répartis sur presque tous les continents. Les projections de cendres provoquent des couchers de soleil spectaculaires dans l'hémisphère Nord[3].

Les informations relatives au Krakatoa circulent à une rapidité jusqu'alors inégalée. La télégraphie s'était développée au même rythme que l'Empire britannique. Une ligne de communication relie désormais l'Europe à l'Australie, *via* la Méditerranée, la mer Rouge, l'Inde et l'Indonésie, assurant une circulation rapide des nouvelles depuis une région autrefois isolée. Elle favorise aussi la collecte de données émanant de témoins et d'informateurs occasionnels. À l'initiative de l'API, des collaborateurs sont contactés dès le mois d'août 1883 et priés d'adresser leurs relevés à la Royal Society, qui se charge de les analyser et de les commenter[4]. Les savants de l'époque considèrent l'éruption du Krakatoa comme « la plus grande expérience »

1. Elzinga 2010 (p. 117).
2. *Ibid.* (p. 125).
3. Dörries 2005.
4. Symons 1888, Lahiri-Choudhury 2010.

illustrant une coopération internationale, et permettant l'analyse d'un phénomène planétaire comme dans un laboratoire[1].

La Terre, objet d'une science appliquée

Au tournant du XX^e siècle, l'ambition d'étudier la Terre et d'exploiter ses forces naturelles cesse d'être une fiction pour devenir une réalité. En même temps, on commence à s'intéresser à la haute atmosphère. La conférence internationale de Paris, en 1900, institue la journée de la montgolfière tous les premiers jeudis du mois. À partir de novembre de la même année, des ballons habités et des sondes s'élèvent de partout : depuis des observatoires, des bateaux et des stations coloniales. Ces engins sont munis d'instruments identiques, recueillant des mesures effectuées selon des mêmes principes. La Commission internationale pour la science aéronautique collecte, analyse et publie les données[2]. En 1902, à la suite de cette initiative, Assmann et le météorologiste français Léon-Philippe Teisserenc de Bort montrent l'existence, chacun de son côté, de la tropopause, c'est-à-dire d'une couche atmosphérique située au-dessus de la troposphère, à une altitude d'environ dix kilomètres. Pareillement, ils décèlent une couche supérieure et isotherme : la stratosphère.

En 1903, le météorologiste berlinois Franz Linke peut affirmer que « faire du ballon ne relève ni de l'artisanat ni de l'art, mais de la science appliquée[3] ». Ces mots révèlent encore une fois l'unité des sciences de la Terre accomplie à la suite des efforts fournis pour inventorier la planète pendant le long XIX^e siècle, que ce soit en météorologie, géomagnétisme, géographie ou océanographie, avec comme clés les accords sur la Convention du mètre en 1875 ou le système du Temps universel en 1884[4]. Tous ces accomplissements, pourtant, ne mènent pas à un savoir plus homogène, plus équitablement produit, ou mieux partagé.

Traduit par Maxime Ladrière

1. Dörries 2005 (p. 55).
2. Hergesell 1903-1917.
3. Linke 1903 (p. 52).
4. Galison 2004 (p. 84-107).

Références bibliographiques

Assmann Richard (dir.), 1900, *Beiträge zur Erforschung der Atmosphäre mittels des Luftballons*, Berlin, Mayer & Müller.

Bigg Charlotte, Aubin David et Felsch Philipp (dir.), 2009, « The Laboratory of Nature : Science in the Mountains », numéro spécial de *Science in Context*, vol. 22, n° 3, p. 311-321.

Bourguet Marie-Noelle, Licoppe Christian et Sibum H. Otto (dir.), 2002, *Instruments, Travel and Science : Itineraries of Precision from the Seventeenth to the Twentieth Century*, Londres, Routledge.

Cannon Susan Faye, 1978, *Science in Culture : The Early Victorian Period*, New York, Dawson.

Cawood John, 1979, « The Magnetic Crusade : Science and Politics in Early Victorian Britain », *Isis*, vol. 70, n° 4, p. 492-518.

Cosgrove Denis E. (dir.), 1999, *Mappings*, Londres, Reaktion Books.

Daston Lorraine, 1995, « The Moral Economy of Science », *in* Arnold Thackray (dir.), « Constructing Knowledge in the History of Science », dossier thématique d'*Osiris*, vol. 10, Chicago (IL), University of Chicago Press, p. 3-24.

Daston Lorraine et Galison Peter, 2007, *Objectivity*, Cambridge (MA) et New York, MIT Press et Zone Books.

Daston Lorraine et Lunbeck Elisabeth (dir.), 2011, *Histories of Scientific Observation*, Chicago (IL), University of Chicago Press.

Dettelbach Michael, 1996, « Humboldtian Science », *in* Nicholas Jardine, James A. Secord et Emma Spary (dir.), *Cultures of Natural History*, Cambridge, Cambridge University Press, p. 287-304.

– 1999, « The Face of Nature : Precise Measurement, Mapping, and Sensibility in the Work of Alexander von Humboldt », *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, vol. 30, n° 4, p. 473-504.

Dörries Matthias, 2005, « Krakatau 1883. Die Welt als Labor und Erfahrungsraum », in Iris Schröder et Sabine Höhler (dir.), *Welt-Räume : Geschichte, Geographie und Globalisierung seit 1900*, Francfort et New York, Campus, p. 51-73.

Edwards Paul N., 2003, « Infrastructure and Modernity : Force, Time, and Social Organization in the History of Sociotechnical Systems », *in* Thomas J. Misa, Philip Brey et Andrew Feenberg (dir.), *Modernity and Technology*, Cambridge (MA), MIT Press, p. 185-225.

Elzinga Aant, 2010, « An Evaluation of the Achievements of the First International Polar Year », *in* Susan Barr et Cornelia Lüdecke (dir.), *The History of the International Polar Years (IPYs)*, Heidelberg, Springer, p. 109-126.

Galison Peter, 2004, *Einstein's Clocks, Poincaré's Maps : Empires of Time*, Londres, Sceptre.

Gauss Carl Friedrich, 1838-1839, « Allgemeine Theorie des Erdmagnetismus », *in* Carl Friedrich Gauss, *Werke*, Göttingen, vol. 5 (1867), p. 119-193.

Geyer Martin H. et Paulmann Johannes (dir.), 2001, *The Mechanics of Internationalism : Culture, Society and Politics from the 1840s to the First World War*, Oxford, Oxford University Press.

Godlewska Anne Marie Claire, 1999, *Geography Unbound : French Geographic Science From Cassini to Humboldt*, Chicago (IL), University of Chicago Press.

Hergesell Hugo (dir.), 1903-1917, *Beobachtungen mit bemannten, unbemannten*

Ballons und Drachen sowie auf Berg- und Wolkenstationen, Strasbourg, Dumont Schauberg, coll. (« Veröffentlichungen der Internationalen Kommission für wissenschaftliche Luftschiffahrt »).

Höhler Sabine, 2001, *Luftfahrtforschung und Luftfahrtmythos : Wissenschaftliche Ballonfahrt in Deutschland (1880-1910)*, Francfort et New York, Campus.

– 2002, « Depth Records and Ocean Volumes : Ocean Profiling by Sounding Technology (1850-1930) », *History and Technology*, vol. 18, nº 2, p. 119-154.

Holger Philipp Ritter von (dir.), 1840, *Zeitschrift für Physik und verwandte Wissenschaften*, Vienne, vol. 6.

Humboldt Alexander von, 1845-1862, *Kosmos. Entwurf einer physischen Weltbeschreibung*, Stuttgart, Cotta, 5 vol.

Humboldt Alexander von et Lubrich Oliver (dir.), 2006 [1853], *Ueber einen Versuch den Gipfel des Chimborazo zu ersteigen*, Francfort, Eichborn.

Lahiri-Choudhury Deep Kanta, 2010, *Telegraphic Imperialism : Crisis and Panic in the Indian Empire (ca. 1830-1920)*, Basingstoke, Palgrave Macmillan.

Larson Edward J., 2011, « Public Science for a Global Empire : The British Quest for the South Magnetic Pole », *Isis*, vol. 102, nº 1, p. 34-59.

Launius Roger D., Fleming James Rodger et DeVorkin David H. (dir.), 2010, *Globalizing Polar Science : Reconsidering the International Polar and Geophysical Years*, New York, Palgrave Macmillan.

Linke Franz, 1903, *Moderne Luftschiffahrt*, Berlin, A. Schall.

– 1909, *Die Luftschiffahrt von Montgolfier bis Graf Zeppelin*, Berlin, A. Schall.

Locher Fabien, 2007, « The Observatory, the Land-Based Ship and the Crusades : Earth Sciences in European Context (1830-1850) », *British Journal for the History of Science*, vol. 40, nº 4, p. 491-504.

Lüdecke Cornelia, 2004, « The First International Polar Year (1882-1883) : A Big Science Experiment with Small Science Equipment », *Proceedings of the International Commission on History of Meteorology*, vol. 1, nº 1, p. 55-64.

Malin Stuart et Barraclough David, 1991, « Humboldt and the Earth's Magnetic Field », *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society*, vol. 32, nº 3, p. 279-293.

Maury Matthew Fontaine, 1858, *Explanations and Sailing Directions to Accompany the Wind and Current Charts*, Washington, vol. 1.

Miller David Philip et Reill Peter Hanns (dir.), 1996, *Visions of Empire : Voyages, Botany, and Representations of Nature*, Cambridge, Cambridge University Press.

Nebeker Frederik, 1995, *Calculating the Weather : Meteorology in the 20th Century*, San Diego (CA), Academic Press.

Outram Dorinda, 1996, « New Spaces in Natural History », *in* Nicholas Jardine, James A. Secord et Emma Spary (dir.), *Cultures of Natural History*, Cambridge, Cambridge University Press, p. 249-265.

Pickles John, 2004, *A History of Spaces : Cartographic Reason, Mapping and the Geo-Coded World*, Londres, Routledge.

Rozwadowski Helen M., 2002, *The Sea Knows No Boundaries : A Century of Marine Science under ICES*, Seattle (WA), University of Washington Press.

Safier Neil, 2008, *Measuring the New World : Enlightenment Science and South America*, Chicago (IL), University of Chicago Press.

Schröder Iris, 2011, *Das Wissen von der ganzen Welt. Globale Geographien und räumliche Ordnungen Afrikas und Europas (1790-1870)*, Paderborn, Schöningh.

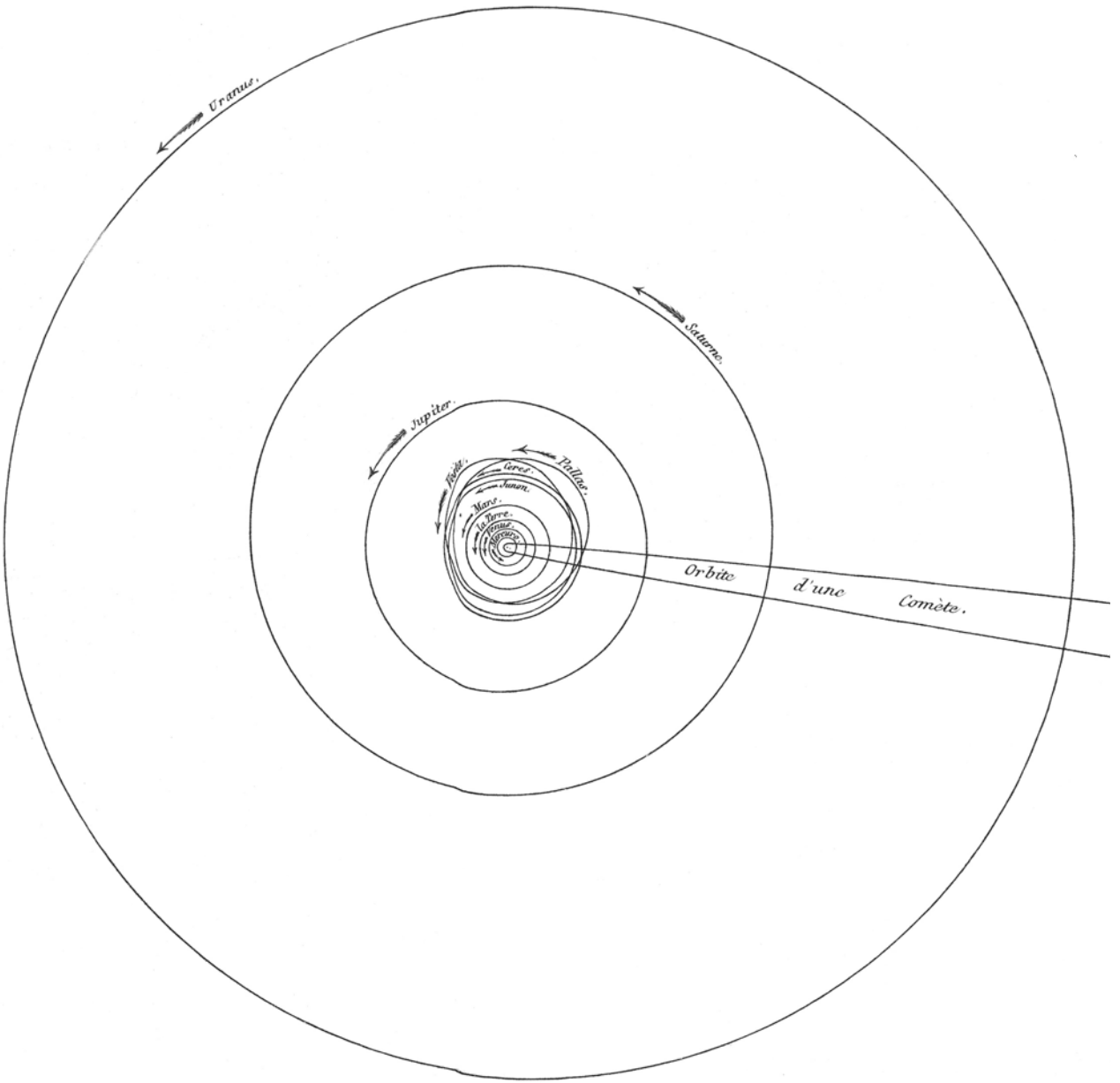
Scott James C., 1998, *Seeing Like a State : How Certain Schemes to Improve the Human Condition Have Failed*, New Haven (CT), Yale University Press.

SMETHURST Paul, 2012, *Travel Writing and the Natural World (1768-1840)*, Basingstoke, Palgrave Macmillan.

SYMONS George James (dir.), 1888, *The Eruption of Krakatoa and Subsequent Phenomena. Report of the Krakatoa Committee of the Royal Society*, Londres, Trübner.

THOMSON Charles Wyville et MURRAY John, 1880-1895, *Report on the Scientific Results of the Voyage of « HMS Challenger » during the Years 1873-1876*, Édimbourg, Her Majesty's Stationery Office, 50 vol.

TILLEY Helen, 2011, *Africa as a Living Laboratory : Empire, Development, and the Problem of Scientific Knowledge (1870-1950)*, Chicago (IL), University of Chicago Press.


Uranus.
Saturne.
Jupiter.
Vesta.
Pallas.
Ceres.
Junon.
Mars.
La Terre.
Venus.
Mercure.
Soleil.
Orbite d'une Comète.

8 Comment marche le monde ?

M. NORTON WISE

Ce chapitre propose un point de vue sur le développement des sciences physiques au long du XIX^e siècle en Europe. L'idée de base est que trois conceptions successives de « comment marche le monde » sont identifiables de la fin du XVIII^e siècle au début du XX^e, et que celles-ci ne font pas globalement controverse. Ce qui est intéressant, en revanche, est que ces modes de compréhension sont intimement liés aux outils ayant servi à les définir et mettre en œuvre, et qu'ils sont liés à des conceptions changeantes de l'économie politique, pour lesquelles ils sont fort pertinents.

Dynamiques d'équilibre dans un monde atemporel

Qu'est-ce que le calorimètre de Lavoisier et Laplace, le *Tableau économique* de Quesnay et la guillotine ont en commun ? Ils partagent certes la dénomination de « machines », mais pourquoi, et quel sens a ce terme ? La réponse, je pense, est qu'ils sont tous trois conçus en termes de balance, ou balance de la nature – et c'est par là que le levier, la machine canonique la plus simple, prend tout son sens[1]. Ainsi, le calorimètre mesure la quantité de « calorique » – gaz sans masse à la base d'une théorie de la chaleur désormais obsolète – dégagée lors d'une réaction équilibrée entre le gaz oxygène (oxygène + calorique) et le carbone, dans laquelle les produits sont égaux aux réactifs (gaz oxygène + carbone = acide carbonique + calorique). De plus, la mesure du calorique repose sur le poids de l'eau fondue dans le calorimètre, qui est à son tour déterminé par un équilibre analytique. De la même manière, Quesnay utilise son *Tableau*

1. Wise 1992 offre une perspective sur l'équilibre des instruments en tant que médias entre les théories et les choses ; également Wise 1989-1990.

◀ Le « système du monde » laplacien comme icône d'états naturels en équilibre chers aux Lumières.

économique comme une machine politique ou économique afin de montrer que, lorsque la production agricole ou manufacturière et la distribution sont optimisées, la somme des dépenses de l'État est en équilibre avec la production agricole nette (la production manufacturière étant stérile). Enfin, la guillotine est doublement une machine : d'abord, elle élimine les subjectivités, que ce soit celles du bourreau « expert » ou de la personne exécutée ; elle établit ensuite une égalité de classe qui est radicale, tout comme le symbole de l'égalité dans la Révolution, le niveau du maçon, lui-même synonyme d'équilibre.

Chacun de ces dispositifs exprime la vision que tous les états du monde, qu'ils soient physiques ou sociopolitiques, sont des états d'équilibre. Le but des sciences est de révéler ces états en leurs différentes formes et les trois exemples susmentionnés sont loin d'être isolés. On aurait pu en ajouter beaucoup d'autres : la *Logique* de Condillac, où la raison elle-même fonctionne comme un levier de l'esprit, et pour qui la pensée ne signifie rien d'autre que de peser, équilibrer et comparer ; la *Mécanique analytique* de Lagrange, dont le calcul des variations généralise le principe de l'équilibre, et qui inclut même les états de mouvement accéléré ; le calcul des probabilités de Condorcet, qui décrit le discernement dans les élections, au tribunal et ailleurs dans la société comme un problème de mise en balance des éléments de preuve, ou encore comme un équilibre de la raison ; les expériences de Coulomb sur l'électricité et le magnétisme, qui utilisent des instruments fonctionnant à l'équilibre pour révéler des lois de force en $1/r^{2}$ [1] ; ou encore l'*Exposition du système du monde* de Laplace, emblématique dans sa conception des états naturels comme états d'équilibre, et qui fournit une description populaire du système solaire comme un équilibre éternellement stable entre forces centripètes et centrifuges, entre gravité et inertie.

Des exemples typiques de dynamiques d'équilibre, comme celles de Laplace, présupposent un système régi par deux forces opposées (aussi appelées causes naturelles, constantes, normales, fixes ou uniformes) qui se compensent l'une l'autre jusqu'à atteindre le point d'équilibre. Mais un équilibre statique n'est que rarement, voire tout simplement jamais, maintenu dans un système naturel. Au contraire, étant perturbées ou déplacées par toutes sortes d'interactions, ces causes naturelles oscillent tels un pendule, ou un ressort, autour de leur état d'équilibre – ce dernier résultant de la valeur moyenne des oscillations. Ainsi, Laplace dit des mouvements perturbés des planètes qu'il est « parvenu à démontrer que […] leurs inégalités séculaires sont périodiques et renfermées dans

1. Sibum 2012.

d'étroites limites, ensorte que le système planétaire ne fait qu'osciller autour d'un état moyen, dont il ne s'écarte jamais que d'une très-petite quantité[1] ».

Comme le montre l'usage du terme de « moyenne » par Laplace, les oscillations *régulières* régies par des causes constantes appellent aussi à une conception beaucoup plus générale de la moyenne : il s'agit de faire la moyenne des fluctuations *irrégulières* ou des variations produites par des causes accidentelles (aussi appelées causes temporaires, troublées ou irrégulières). De tels effets anormaux semblent concerner davantage les systèmes sociaux que les systèmes physiques. Les prix proposés par des acheteurs et des vendeurs sur un marché, par exemple, sont assez variables puisqu'ils dépendent des circonstances locales et individuelles, et ces variations ne sont donc pas à même d'être régulières. Cependant, si l'on pouvait connaître les causes stables du comportement de tous les acteurs d'un marché, leurs variations individuelles pourraient bien atteindre en moyenne un niveau d'équilibre. C'est le célèbre concept qu'Adam Smith (1723-1790) développe dans sa *Richesse des nations* de 1776. Les causes constantes sont l'offre et la demande sur le marché, dont les effets opposés vont régir le prix de n'importe quel bien et le faire tendre vers son prix naturel.

> Le prix naturel est […], pour ainsi dire, le prix central vers lequel gravitent continuellement les prix de toutes les marchandises. Différentes circonstances accidentelles peuvent quelquefois les tenir un certain temps élevés au-dessus, et quelquefois les forcer à descendre un peu au-dessous de ce prix. Mais quels que soient les obstacles qui les empêchent de se fixer dans ce centre de repos et de permanence, ils ne tendent pas moins constamment vers lui[2].

Ce mode d'analyse résonnera à travers l'histoire de l'économie politique classique dans des formules encore plus standardisées. Comme le dit l'économiste anglais David Ricardo (1772-1823) en 1821, citant Smith :

> […] ayant complètement reconnu les effets temporaires […] qui pourraient être le produit […] de causes accidentelles […] nous ne nous y intéresserons pas du tout lorsque nous traiterons des lois qui régulent les prix naturels, les salaires naturels et les profits naturels, effets totalement indépendants de ces causes accidentelles[3].

1. Laplace 1796 (vol. 2, p. 44).
2. Smith 1881 [1776] (p. 55-56).
3. Ricardo 1951 [1821] (vol. 1, p. 91 *sq.*).

Les « valeurs naturelles », dans ce schéma, sont fondées sur la théorie de la valeur travail, d'après laquelle la valeur d'un bien est fonction de la valeur du travail passé à le produire.

Lorsque Laplace écrit son *Exposition du système du monde* en 1796, des suppositions de ce genre sont communes, au point que traiter le comportement des fluctuations irrégulières comme des oscillations régulières est tenu pour acquis. C'est d'ailleurs ce que celui-ci fait dans son *Essai philosophique sur les probabilités* (1814), appliquant cette règle à des sujets aussi divers que les observations astronomiques, les jeux d'argent, l'économie politique et la météorologie. L'*Essai sur le principe de population* de 1798 du célèbre économiste anglais Thomas Malthus (1766-1834) est également typique de cette conception des dynamiques d'équilibre. Posant la nécessité de la nourriture et de la passion entre les sexes comme « lois fixes de notre nature », Malthus affirme avec force que les travailleurs pauvres sont condamnés à une oscillation éternelle autour d'un équilibre de subsistance.

> [L]'oscillation inévitable, qui doit produire des retours périodiques de la misère, a eu lieu depuis les premiers temps que remonte l'histoire ; et qu'au moment même où nous parlons elle continue en divers lieux à faire sentir ses secousses[1].

Pour comprendre comment l'équilibre et la balance, comme éléments centraux de la pensée des Lumières, sont alors si évidents, convaincants et productifs, il faut les concevoir comme imbriqués dans des réseaux de personnes, d'instruments et de concepts situés dans un cadre socioculturel donné. J'ajouterais aussi que je ne tiens pas compte ici des controverses et tensions que cette vision atemporelle de la nature a suscitées, par exemple chez Buffon et Maupertuis. Je pars de l'hypothèse que la temporalité ne trouvera véritablement sa force qu'au XIX^e^ siècle, dans le contexte des grandes mutations introduites par l'industrialisation.

Dynamiques génératives et découverte du temps

Pendant les années 1820 et 1830, l'insuffisance des modèles d'équilibre appliqués à la nature est montrée du doigt dans de nombreux cas[2]. Un des changements les plus spectaculaires advient lorsque l'astronome berlinois Johann Franz Encke (1791-1865) conclut qu'une comète (qui

1. Malthus 1852 [1798] (p. 321).
2. Pour une discussion plus complète, voir Wise 1989 (2^e^ partie).

porte désormais son nom) est en fait en perte de vitesse, remettant ainsi en cause la stabilité, icône du système laplacien. En 1823, Encke affirme que ce ralentissement est dû soit à un médium résistant, soit à l'éther. Or, si ce ralentissement est avéré, il doit aussi affecter les planètes elles-mêmes. Leur friction avec l'éther, bien que faible et lente, conduira donc inexorablement à un effondrement gravitationnel du système solaire. Cette conclusion n'est certes reconnue que graduellement, mais elle se propage ensuite rapidement, en Angleterre par exemple, après la traduction et la republication de l'analyse définitive d'Encke en 1832[1].

Soudain, le système du monde devient un système en déploiement temporel et ayant pour caractéristique principale la friction. Les philosophes de la nature défendant la conception atemporelle laplacienne doivent désormais faire place à un monde qui change avec le temps. En Angleterre, ces philosophes sont typiquement des Whigs qui projettent la conception d'un monde naturel stable, régi par des lois, et qui fournit un modèle pour la gouvernance du corps social-politique. Comme le philosophe et mathématicien écossais John Playfair (1748-1819) l'exprime en 1808 :

> Toutes les inégalités dans notre système [solaire] sont périodiques […] notre système est ainsi assuré contre le déclin naturel ; l'ordre et la régularité sont préservés au milieu de tant de causes dérangeantes ; et l'anarchie et le désordre proscrits pour l'éternité.

Le polymathe et astronome anglais John Herschel (1792-1871) partage un point de vue similaire jusqu'en 1831, tout comme James Thomson, professeur de mathématiques à l'université de Glasgow et père de William Thomson (Lord Kelvin)[2].

Le défi est lancé par le camp conservateur des Tories sous la forme des *Traités de Bridgewater* (1833) du philosophe et historien des sciences de Cambridge William Whewell (1794-1866), dédiés comme sept autres volumes à la théologie naturelle. Whewell y annonce que

> toute personne s'étant penchée sur l'idée d'un Créateur et Sauveur universel ne saurait échapper à la conviction indéniable […] que notre espace est un point, notre temps un moment, nos millions une poignée, notre permanence un déclin rapide[3].

1. Encke 1832.
2. Playfair 1808 (p. 277-279), Smith et Wise 1989 (p. 89-91).
3. Whewell 1834 [1833] (p. 203-204).

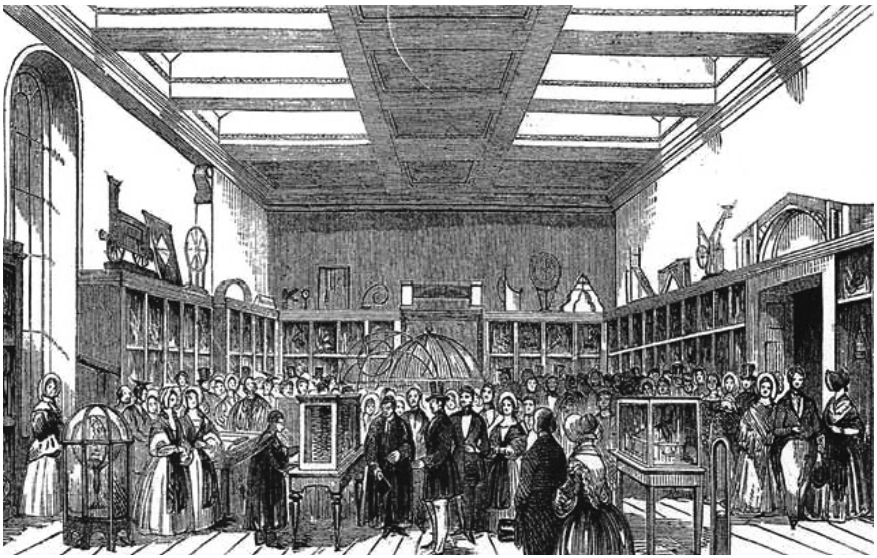
Peu après, l'idéologie libérale se redéploie. Une version des plus populaires est celle de John Pringle Nichol (1804-1849), radical-libéral et professeur d'astronomie à Glasgow, et qui s'inspire des conclusions d'Encke pour proposer un récit évolutionniste du système solaire. Ayant commencé au début des années 1830, en collaboration avec John Stuart Mill (1806-1873), à développer une vision nouvelle du progrès dans la nature et la société, il l'explicite avec un grand flair dans ses *Views of the Architecture of the Heavens* (Vues sur l'architecture des cieux), en 1837, sous la forme d'une nouvelle « hypothèse nébuleuse ». Elle repose sur l'idée que la loi de la gravitation a toujours supposé une évolution, le système solaire s'étant développé à partir d'une nébuleuse gazeuse et devant se clore par son effondrement sur le Soleil. Mais Nichol assure à ses lecteurs que cela ne sera que la fin d'une époque, appelée à être remplacée par un état peut-être plus enthousiasmant. « Une permanence absolue n'est visible nulle part autour de nous, et le changement suggère seulement que, dans l'inépuisable matrice du futur, des miracles encore non développés nous attendent[1]. »

C'est l'*Architecture* de Nichol qui inspire les *Vestiges of the Natural History of Creation* (Vestiges de l'histoire naturelle de la Création) de Robert Chambers (1802-1871) en 1844, spéculation évolutionniste très populaire qui retrace les origines nébuleuses de la Terre, développe l'histoire géologique de sa surface en refroidissement, celle des débuts de la vie pour se terminer avec l'évolution des espèces, jusqu'aux êtres humains[2]. Pour Chambers comme pour Nichol, la nouvelle loi de la nature doit être une règle montrant comment les états changeants du monde se succèdent dans un temps régi par des lois tout aussi rigoureuses que celles précédemment envisagées pour les états d'équilibre.

De façon remarquable, ces changements adviennent sur un large spectre de savoirs dont la plupart n'ont rien à voir, initialement, avec la comète d'Encke. Prenons l'exemple de l'économie politique. La théorie classique, de Smith à Ricardo, s'est toujours heurtée à ce qui semblait être une limite à la croissance économique : l'état dit stationnaire. Déjà dans les années 1820, Whewell et d'autres conservateurs commencent à insister sur le fait que l'économie politique n'a de sens que dans une perspective de développement. Mais c'est Charles Babbage (1792-1871) qui, en 1832, dans son *Traité sur l'économie des machines et des manufactures*, paru en français l'année suivante, déclare le premier que l'effet économique de l'innovation dans l'art des machines est sans limites. Il présente également un concept

1. Nichol 1837 (p. 154-155), Schaffer 1989 (p. 131-164), Smith et Wise 1989 (p. 91-98).
2. Chambers 1994 [1844], Secord 2000.

élargi de la division du travail, un modèle hiérarchique de la « division du travail intellectuel » – des travailleurs domestiques en bas aux directeurs et aux possédants en haut – dans lequel le remplacement des travailleurs du bas par des machines automatisées doit en fin de compte élever tout le corps social à des niveaux supérieurs de civilisation – et cela reste à ses yeux sa contribution la plus originale à l'économie politique[1].



Partie de la machine de Babbage (*Difference Engine No. 1*) présentée en 1843 lors de l'ouverture du musée du Roi-George-III au King's College London, par le prince consort Albert.

La même idée de « division du travail intellectuel » inspire les « machines à calculer » de Babbage : au départ la machine à différences (*difference engine*) est destinée à calculer et accumuler les différents termes requis pour générer des tableaux de logarithmes et de fonctions trigonométriques. Plus visionnaire, la machine analytique devait avoir la capacité de faire des calculs complexes et des « prévisions » lui permettant de changer son schéma même de calcul. Babbage exploite l'idée dans son *Neuvième Traité de Bridgewater* et affirme qu'un Dieu vraiment omnisient ne devrait pas avoir besoin de miracles. Ayant anticipé la nécessité de devoir altérer des lois qui n'apparaissent immuables qu'aux esprits limités, il atteindrait ainsi une téléologie dans l'histoire. Les altérations

1. Babbage 1989*a* [1835] (p. 135-143), Berg 1980 (p. 43-110).

subies par les espèces lui offrent son meilleur exemple[1]. Et c'est précisément ici que la machine de Babbage (capable de changements successifs) rejoint la comète d'Encke. Ce travail fournit finalement à Chambers une analogie pour développer un mécanisme d'évolution régi par des lois, le seul qu'il propose dans les *Vestiges* pour soutenir l'argument d'une évolution des espèces.

Engines

Malgré sa vision optimiste d'un progrès illimité qui ignore la déqualification des ouvriers et l'agitation sociale, Babbage promeut l'idée qu'une transformation majeure de la société a alors cours, et il avance des chiffres sur la croissance des villes et la baisse relative du nombre d'agriculteurs. Le moteur iconique de cette transformation est bien sûr la machine à vapeur, typiquement conçue comme source de pouvoir, projetant son organisation sur une usine pleine d'autres machines dont s'occupent des travailleurs peu qualifiés : femmes, hommes et enfants. Le concurrent de Babbage dans cette promotion du modèle de l'usine, Andrew Ure, fournit une image particulièrement vive de ce grand automate :

> Dans nos spacieux appartements d'usine, le pouvoir affable de la vapeur rassemble autour de lui ses myriades de domestiques volontaires, et assigne à chacun d'entre eux une tâche régulée, substituant à un effort musculaire douloureux de leur part l'énergie de son propre bras gigantesque, et ne demandant en retour que l'attention et la dextérité nécessaires pour corriger ces quelques petits défauts qui adviennent fortuitement dans sa qualité de travail[2].

L'image anthropomorphique de la machine développée par Ure est une métaphore puissante. Elle propose en effet un moyen de concevoir le monde qui est neuf, de reformuler les lois censées le régir, de remplacer les lois des dynamiques d'équilibre par celles des dynamiques génératives, et de substituer le moteur à la balance – l'exemple le plus probant étant celui de la mécanique.

Ce sont les ingénieurs français – Claude-Louis Navier, Gaspard-Gustave Coriolis, Charles Dupin, Jean-Victor Poncelet – qui utilisent l'appellation « mécanique industrielle » (par opposition à la « mécanique rationnelle » de Lagrange et Laplace) et unifient ainsi l'ingénierie et l'économie politique[3]. Le « principe de transmission du travail » est leur concept clé : son but

1. Babbage 1989*b* [1837] (p. 4-11).
2. Ure 1863 [1847] (vol. 1, p. 108-109).
3. Vatin 1993.

est de décrire comment la puissance générée par n'importe quelle source (machine à vapeur, roue à eau, tapis roulant) est distribuée à travers l'usine et est déployée par les machines qui produisent les biens (par exemple, un rouleau de tissu). Le travail, défini comme une force exercée sur une distance, devient ainsi la mesure de la quantité produite, distribuée et consommée. Ou, pour citer Navier (1785-1836), le travail constitue une sorte de « monnaie mécanique[1] ». L'usine peut être représentée en termes de circulation du travail, de la source d'énergie au travail accompli sur les matières premières *via* une série d'arbres, d'engrenages, de poulies et de machines. En d'autres termes, le travail effectué pour produire un bien dans une usine peut désormais servir à quantifier la valeur de ce bien, donnant ainsi une nouvelle tournure au concept de « valeur travail ».

Cette conception française du travail mécanique comme source de valeur dans une économie industrielle est rapidement importée par la Grande-Bretagne et l'Allemagne, au point que, à partir de 1840, le « moteur en action » en vient à symboliser comment la richesse est produite dans une économie politique industrielle, et à expliquer comment fonctionne toute machine. Le moteur en action (*the engine*) devient l'incarnation du fonctionnement de tous les systèmes physiques, et la dynamique de tout système physique est dorénavant vue comme dérivant de sa capacité à produire du travail, qu'il soit mécanique, électrique ou thermique. Ce développement précipite la transformation de la physique en physique de l'énergie, dans laquelle la teneur en travail d'un système mesure son énergie. Les noms de James Joule (1818-1889) et Hermann von Helmholtz (1821-1894) sont intimement liés à ce thème du fait de leur énonciation du principe général de conservation et d'interconversion de toutes les formes d'énergie, en particulier la chaleur et le travail[2]. Dans ce contexte, William Thomson (1824-1907) retravaille la théorie fondamentale de la mécanique en tant que physique de l'énergie. Le concept de force, pierre angulaire de la mécanique newtonienne, devient désormais un dérivé d'un déséquilibre énergétique. De même, les lois newtoniennes du mouvement dérivent dorénavant de principes très généraux régissant les fonctions d'énergie[3].

La physique de l'énergie supplante la physique des forces newtonienne en l'espace d'une vingtaine d'années – entre 1845 et 1865 –, ce qui indique que les travaux de toutes les figures impliquées dans cette transformation ont certainement à voir avec leur expérience personnelle du

1. Navier 1819 (p. 376).
2. Pour une partie de la littérature abondante, voir Sibum 1998, Brain et Wise 1994.
3. Smith et Wise 1989 (chap. 11).

développement industriel. En l'absence de tels liens entre physiciens, mondes industriels, machines et nouvelles sources d'énergie, il est difficile d'imaginer qu'une telle transformation ait pu prendre place si vite et dans un espace si étendu.

Friction

Jusqu'ici, je n'ai présenté qu'une des deux faces de la question du moteur et des machineries qui lui sont associées. Si la valeur d'un bien dans l'économie est mesurée par le travail fourni, alors tout travail gaspillé se traduit par une perte immédiate de richesse. La source première de telles pertes est la friction, que Coulomb est le premier à étudier systématiquement et quantitativement. Des générations successives d'ingénieurs mathématiciens français se soucient de ces pertes, comme leurs homologues britanniques et allemands, et incluent donc dans les principes de transmission du travail un terme explicite prenant en compte l'effort fait pour réduire ces frictions.

À l'instar du moteur, la friction prend aussi un sens métaphorique qui dépasse largement son rôle technique. Babbage par exemple, en traitant l'économie politique comme une usine dotée d'un moteur, voit dans les taxes sur les transactions monétaires l'équivalent de la friction (elles réduisent la capacité du capital, moteur de l'économie, à mettre en mouvement le travail). De manière plus générale encore, dans le *Traité de Bridgewater*, William Whewell définit la friction comme une propriété particulière conférée à la matière par les activités humaines (marcher, courir, construire des maisons et des ponts), mais requérant des humains l'exercice de leur volonté pour mettre en œuvre leurs projets. En cela, leur action réfléchit celle de Dieu lorsqu'il a originellement mis les planètes en mouvement. Et ce mouvement est désormais vu sous le prisme de la comète d'Encke comme un état de dissipation continuelle de l'énergie par friction. La stabilité éternelle a été une « illusion de notre propre imagination […], les cieux eux-mêmes n'étant pas exempts de la loi universelle du déclin ; […] tout comme les roches et les montagnes, le Soleil et la Lune mêmes sont marqués au front de l'expression "vont mourir"[1] ».

L'effondrement du système solaire reste certes l'exemple le plus dramatique de la « loi universelle du déclin », mais il ne dispense pas de se demander comment l'énergie peut être conservée. Cela devient la question centrale dans le champ de la thermodynamique telle qu'elle est portée, entre autres, par William Thomson et Rudolf Clausius (1822-1888). Postulant la conservation de l'énergie dans son premier principe, la

1. Whewell 1834 [1833] (p. 202).

thermodynamique exige désormais dans le deuxième que toute dépense d'énergie pour produire du travail et toute conversion de chaleur en travail dans une machine à vapeur impliquent également une perte irrécupérable d'énergie. Le monde de l'énergie est devenu malgré le premier principe un monde de processus irréversibles, de déclin inévitable.

Plus généralement, au milieu du XIX^e siècle, le monde est devenu essentiellement temporel et historique, un monde de changement et d'évolution, même dans les lois de la physique les plus rigoureuses. Le moteur (*the engine*), en tant que modèle et métaphore des processus physiques et économiques, a généré le travail nécessaire au progrès mais a simultanément généralisé la friction comme gaspillage inévitable. Une nouvelle sorte de lois dynamiques régissant le progrès dans les sociétés industrielles a donc remplacé les dynamiques d'équilibre des Lumières.

Dynamiques statistiques. De l'avalanche des nombres aux objets statistiques

En 1874, Nietzsche s'interroge avec sarcasme :

> Quoi, les statistiques prouvent qu'il y a des lois de l'histoire ? Des Lois ? Oui, elles prouvent combien les masses sont mesquines et d'une uniformité répugnante. […] Quant à l'existence de lois dans l'histoire, les lois ne valent rien et l'histoire ne vaut rien[1].

Il répond là à ce qu'il considère être la médiocrité intolérable de l'utilitarisme britannique, de la démocratie et du socialisme. Malgré sa lucidité acerbe, une transformation majeure lui a échappé : les statistiques de moyennes de Quetelet, l'homme de la moyenne, et lesdites « lois de l'histoire » de Henry Thomas Buckle (1821-1862) ont été remplacées, à son époque, par une statistique des distributions, des dispersions et des probabilités. Ce développement est connu sous le nom de « révolution probabiliste[2] ». En a résulté une conception du monde dans laquelle la dynamique des choses individuelles est remplacée par une dynamique des ensembles, et dans laquelle les propriétés de beaucoup d'entités deviennent des propriétés statistiques. J'essaierai ici de saisir quelques marqueurs historiques de ce mouvement.

Ce dernier trouve ses racines dans les années 1830, avec une « avalanche de nombres imprimés », pour reprendre l'expression de Ian Hacking faisant

1. Nietzsche (1874), cité par Porter 1986 (p. 148).
2. Krüger *et al.* 1987.

allusion à une croissance phénoménale des tables de nombres classant les gens en fonction de leur naissance, de leur mort, de leurs maladies, de leur type de travail, de leur mariage, de leurs enfants, de leurs crimes, et beaucoup d'autres catégories encore[1]. Le fait de compter devient alors une obsession des organismes gouvernementaux, des commissions parlementaires, des compagnies d'assurances, des associations philanthropiques, entre autres.

Le mouvement statistique, qui se répand rapidement à travers l'Europe et l'Amérique du Nord et donne naissance à de nombreuses associations, trouve en Adolphe Quetelet (1796-1874) une personnification par excellence. L'astronome et statisticien belge adapte en effet aux statistiques sociales la courbe d'erreur que Gauss et Laplace ont développée pour extraire des valeurs correctes à partir de distributions d'observations astronomiques. Dans son livre *Sur l'homme* de 1835, Quetelet emploie la fameuse courbe pour son concept de « l'homme moyen ». Il détermine statistiquement que beaucoup de comportements humains entrent dans la courbe d'erreur en cloche (appelée plus tard « courbe normale ») et conclut que les sociétés peuvent être caractérisées en termes de valeurs moyennes, révélées par leur point moyen. Son « homme moyen » est une sorte d'homoncule, imaginé comme possédant ces caractéristiques moyennes et se comportant en accord avec les lois de sociétés supposées générales. C'est précisément le type de modèle en équilibre que l'on a vu dans la première partie. Quetelet a alors un nouvel instrument, la courbe d'erreur, qui lui permet de localiser le point d'équilibre de la société, comme le centre de masse d'une planète qui suit une trajectoire gouvernée par la gravité et l'inertie. Il réitère la supposition usuelle : « Toutes les choses se passeront conformément aux résultats moyens obtenus pour la société[2]. »

Avec Quetelet comme porte-drapeau, les vrais croyants en des sociétés statistiques proclament la loi statistique comme règle de chaque domaine de la société : pas seulement le crime, la maladie et le suicide, mais aussi le droit, la fiscalité, les salaires et la police. L'histoire elle-même, selon l'ouvrage extrêmement populaire de Buckle, *History of Civilization in England*, publiée en 2 volumes entre 1857 et 1861, doit être écrite comme l'histoire de sociétés agissant selon des lois naturelles.

Il n'est peut-être pas surprenant que les possibilités ouvertes par la courbe d'erreur de Quetelet aient débordé sur les sciences physiques. Ce lien est particulièrement direct dans la théorie cinétique des gaz,

1. Hacking 1982.
2. Quetelet 1836 [1835] (vol. 1, p. 21). Pour une étude perceptive du travail de Quetelet ainsi que du mouvement statistique en général, voir Porter 1986 (p. 41-56).

tentative d'expliquer les propriétés des gaz par un nombre important de molécules se mouvant librement et indépendamment. Cette tentative prend beaucoup d'ampleur dans les années 1850, après les premier et deuxième principes de la thermodynamique – l'idée étant que la chaleur correspond à un mouvement mécanique. Les deux fondateurs du nouveau domaine des mécaniques statistiques, James Clerk Maxwell (1831-1879) et Ludwig Boltzmann (1844-1906), s'inspirent de Quetelet et de Buckle. Mais la thermodynamique, caractérisée par une progression dans le temps, ne peut entièrement reposer sur des moyennes qui traiteraient alors la « société » moléculaire d'un gaz comme si elle pouvait être représentée par une molécule moyenne. Même pour des conditions d'équilibre, une théorie dynamique est donc requise pour expliquer ce que l'équilibre serait dans un milieu où les molécules se meuvent à toutes les vitesses possibles.

Préoccupé par la question de savoir comment les hypothèses de la théorie du gaz peuvent établir une distribution d'équilibre, et rejoignant ainsi les articles de Clausius, Maxwell adapte une preuve donnée dans un autre contexte par John Herschel pour montrer que cette distribution serait une version tridimensionnelle de la courbe d'erreur de Quetelet[1]. Cette célèbre fonction, que Boltzmann obtient indépendamment, est aujourd'hui connue sous le nom de distribution Maxwell-Boltzmann. Dans des articles élégants de 1860 et 1866, Maxwell étend le modèle basique du gaz à des processus dynamiques, y incluant friction, diffusion et conduction[2].

Ce que Maxwell ne fait pas, en revanche, c'est fournir une preuve générale du deuxième principe en se fondant sur la théorie dynamique des gaz. Il ne suggère pas non plus que celui-ci n'est qu'un principe fondé sur la loi statistique (ou probabiliste), susceptible, avec une probabilité finie, d'être enfreint par des systèmes naturels. Cette interprétation ne survient que plus tard, de sources différentes. Maxwell prétend donner des « explications mécaniques » fondées sur les forces agissant entre molécules[3]. Boltzmann suit la même approche quand, en 1872, il rend célèbre une tentative de prouver que tout système mécanique de molécules dans un gaz doit approcher la distribution de Maxwell en tant qu'état d'équilibre, ce dernier devant pouvoir être interprété en termes d'entropie maximale[4].

1. Porter 1986 (p. 116-125).
2. Maxwell 1860 (p. 86-87).
3. *Ibid.* (p. 50). Maxwell préférait la théorie du continuum d'atomes tourbillons à des molécules discrètes et, comme Thomson, considérait le deuxième principe comme absolu.
4. Ici et ci-dessous, je me repose sur les travaux de Uffink 2008.

Ce n'est qu'en réponse à des objections de principe à sa preuve que Boltzmann change son interprétation du deuxième principe en 1877 pour en adopter une qui peut être dérivée de considérations probabilistes, aboutissant à l'idée selon laquelle tout système de molécules dans un gaz évolue d'états moins probables à des états plus probables, et que l'augmentation de l'entropie est une expression de cette augmentation de probabilité. Les arguments de Boltzmann soutenant ce point de vue prennent des formes variées au cours des vingt années suivantes et restent controversés. Surtout, même si lui et d'autres mécaniciens utilisent des méthodes probabilistes, ils n'imaginent jamais que le monde des molécules est fondamentalement probabiliste plutôt que déterministe.

Causalité statistique

Entre-temps, les sources pratiques et conceptuelles de la pensée probabiliste se multiplient, notamment dans les travaux fournis par les bureaux statistiques européens. Le philosophe Ian Hacking donne l'exemple du Bureau statistique prussien, dirigé énergiquement par Ernst Engel (1821-1896) de 1860 à 1882. Engel, selon lui, conçoit les statistiques sociales en des termes holistiques : elles mesurent des phénomènes de masse (*Massenerscheinungen*) dans un tout organique. Elles représentent le comportement d'individus non pas en tant qu'individus mais en tant que membres d'un tout. La pratique des statistiques, selon Engel, n'implique pas le concept de lois statistiques, et certainement pas de lois gouvernant les individus au sens de Quetelet, comme s'ils partageaient les caractéristiques de l'homme moyen. Toute son entreprise de construction de statistiques sociales a pour but de décrire le tout. Engel ne produit donc pas lui-même de conceptions probabilistes, même s'il aide, pour citer Hacking, à fournir « les conditions matérielles de leur production » aux gens avec qui il est étroitement associé[1].

L'analyse de Hacking soutient la mienne en ce qui concerne les origines d'une « causalité statistique » explicite en Europe centrale, où le libéralisme classique anglo-français trouve peu de clients et où le concept d'homme moyen de Quetelet subit des attaques farouches à partir des années 1860[2]. Cette critique s'incarne spécifiquement dans le célèbre Verein für Sozialpolitik en 1872, dont Engel est un membre fondateur. Un autre membre est l'économiste Wilhelm Lexis (1837-1914), transfuge de la physique qui, dans son *Massenerscheinungen* de 1877, produit la première mesure de « dispersion » ou étendue de la répartition statistique.

1. Hacking 1987 (p. 378).
2. Ici et ci-dessous, je résume en substance Wise 1987 (p. 395-425).

Lexis utilise ce nouvel outil pour suggérer qu'une dispersion plus étendue que la normale représente la « richesse inépuisable de la vie humaine » qui doit être attendue dans une société. Lui et d'autres commencent à penser en termes de causalité « psychique » ou « qualitative » caractéristique de l'action humaine et en la différenciant de l'action physique ou physiologique régie par la loi quantitative. La tentative de différenciation de ces domaines est souvent posée en termes sociopolitiques, trouvant sa forme canonique dans le *Gemeinschaft und Gesellschaft* de Ferdinand Tönnies (1855-1936) en 1887 : « La *Gemeinschaft* (communauté) est endurante et un vrai vivre-ensemble, la *Gesellschaft* (société) n'est que fugace et feinte. Il est donc convenable que la *Gemeinschaft* soit entendue comme un organisme vivant et la *Gesellschaft* comme un agrégat mécanique et comme un artifice[1]. » Il est assez facile de comprendre l'application de la loi statistique de Quetelet à une somme d'individus dans une *Gesellschaft*, mais que faire des statistiques d'Engel et de la dispersion de Lexis dans une *Gemeinschaft* ? Wilhelm Wundt y répondra par la psychologie.

Wundt est le parrain de la psychologie expérimentale en Allemagne, formant quelque 186 doctorants dans son laboratoire à Leipzig entre 1875 et 1919. Plus que quiconque, il développe les concepts de causalité et d'énergie psychique, les utilisant pour décrire des états psychiques et leur développement au fil du temps, notamment la raison d'être et la créativité. Dans cette conception, les individus sont uniques et ne peuvent être compris en termes de loi statistique – « parce que les statistiques utilisent des nombres importants, non pas dans le but d'éliminer les déviations inhérentes à toute observation individuelle […] mais parce que […] la loi n'est valide que pour les phénomènes dans la masse[2] ». Cette remarque indique une nouvelle conception de la loi statistique, qui régit le comportement de la masse comme si elle était une unité intégrée, une *Gemeinschaft* dans laquelle les individus ne réalisent leur propre personnalité qu'au sein du tout, sans pour autant être déterminés par celui-ci. L'historien Karl Lamprecht (1856-1915) réutilise la conclusion de son collègue Wundt dans sa tentative d'écrire l'histoire culturelle en termes de lois de développement historique, tout en évitant l'individualisme et le déterminisme de Buckle.

En faisant cet effort, Lamprecht en vient à traiter les individus comme les « exemplaires d'une espèce » et la *Gemeinschaft* comme un « concept d'espèce ». Mais ses espèces sont un objet statistique. Des individus peuvent exhiber des caractéristiques assez variables, et leur diversité est

1. Tönnies 1920 [1887] (p. 4).
2. Wundt 1895 [1887] (vol. 2, 2e partie, p. 474).

importante pour la dynamique du développement historique. L'histoire culturelle, autrefois conçue comme l'évolution de l'espèce, ne suit pas alors un processus darwinien mais exprime plutôt les diverses forces inhérentes à une organisation sociale : économiques, linguistiques, et surtout artistiques. Lamprecht appelle cette forme de causalité la « causalité statistique[1] ». Il s'agit du premier usage de ce terme dont j'ai connaissance, et c'est ce qui s'approche le plus d'une causalité probabiliste au XIX^e siècle.

J'ai longuement présenté cet épisode parce qu'il indique pourquoi la pensée probabiliste aurait été un développement peu naturel pour celui qui aurait tenté d'expliquer les statistiques à partir d'une conception individualiste de la société (ou, d'ailleurs, d'un point de vue mécaniquement atomiste de la nature physique). Cela dit, une perspective holiste espérant importer dans les sciences humaines des analyses de type « lois scientifiques » aurait conduit à une conception complètement différente de la loi statistique dans laquelle l'unité dans le tout et la diversité parmi les individus sont préservées. C'est le programme que Lexis, Wundt et Lamprecht essaient de développer lorsqu'ils se demandent comment les processus psychiques diffèrent des processus physiques.

Ils auraient sans doute été surpris de découvrir que leurs inquiétudes psychologiques les ramenaient à la physique quand celle-ci tentait d'articuler le concept de causalité statistique avec l'ancienne théorie quantique. Cette histoire renvoie au cheminement de Niels Bohr cherchant à comprendre le comportement étrangement probabiliste des électrons subissant des transitions dans l'atome d'hydrogène. Elle inclut également la relation de Bohr à Copenhague avec le philosophe Harold Høffding (1843-1931), à qui Tönnies dédie la 2^e édition de son *Gemeinschaft und Gesellschaft* (1912) et qui développe de manière très approfondie une version holistique de la causalité psychique. Je n'essaierai pas ici de résumer ce développement[2]. Mais alors qu'une nouvelle mécanique quantique émerge, à la fois dans la version matricielle de Heisenberg et dans la mécanique ondulatoire de Schrödinger, le probabilisme reste un aspect fondamental du monde. De plus, l'électron demeure un objet statistique dans la mesure où son comportement empirique ne peut être connu que statistiquement et ne peut être exprimé qu'en termes probabilistes.

D'autres cheminements historiques vers la pensée probabiliste en physique ont été présentés par des historiens. Un exemple particulièrement rigoureux et éclairant est celui soulevé par Deborah Coen pour

1. Lamprecht 1974 [1897] (p. 332).
2. Voir Wise 1987.

la famille Exner et leurs « associés » à Vienne, incluant Schrödinger et d'autres, qui contribuent à la théorie quantique. Son histoire couvre un large panorama de questions sociales, politiques, esthétiques et naturelles-historiques, englobant essentiellement des problématiques concernant l'incertitude et la question de son caractère fondamental dans tous les processus naturels et sociaux[1]. Et à nouveau on est renvoyé au fait que ces nouvelles réponses à la question « Comment marche le monde ? » dépendent, comme nous l'avons déjà dit, d'une fécondation croisée dans des champs d'expérience très larges.

Conclusion

Au cours du long XIX^e^ siècle, les sciences deviennent de plus en plus constitutives de ce qu'on appelle modernité. Dans ce processus, elles projettent la vision d'un monde caractérisé par des états naturels, eux-mêmes régis par des principes dynamiques. Ceux-ci passent par au moins trois conceptions différentes au cours du siècle : dynamiques d'équilibre, dynamiques génératives et dynamiques statistiques. En un sens, chacune de ces conceptions englobe la précédente, mais elles aboutissent à des conceptions fondamentalement différentes du monde. J'ai voulu insister sur le fait que ces différents programmes sont construits sur des outils et des techniques différents : balances, moteurs et techniques statistiques. Les technologies fournissent donc des outils par lesquels penser. Mais, de manière plus importante, les conceptions techniques dans une branche particulière des sciences ne sont jamais autonomes ; leurs sens, leurs plausibilités, leurs potentiels créatifs sont interconnectés à d'autres domaines du savoir, occupant d'autres acteurs, dans des endroits différents, portés par des intérêts différents. En ce sens, la société et la nature sont bien devenues modernes ensemble.

Traduit par Arjoun Raj

Références bibliographiques

Babbage Charles, 1989*a* [1835], *On the Economy of Machinery and Manufactures*, 4^e^ éd., in *The Works of Charles Babbage*, éd. par Martin Campbell-Kelly, New York, New York University Press, vol. 8.
– 1989*b* [1837], *The Ninth Bridgewater Treatise : A Fragment*, 2^e^ éd., in *The Works of Charles Babbage*, éd. par Martin Campbell-Kelly, New York, New York University Press, vol. 9.

1. Coen 2007.

Berg Maxine, 1980, *The Machinery Question and the Making of Political Economy (1815-1848)*, Cambridge, Cambridge University Press.

Brain Robert M. et Wise M. Norton, 1994, « Muscles and Engines : Indicator Diagrams in Helmholtz's Physiology », in *Universalgenie Helmholtz. Ruckblick nach 100 Jahren*, éd. par Lorenz Krüger, Berlin, Akademie Verlag, p. 124-145 ; réimpr. *in* Mario Biagioli (dir.), *The Science Studies Reader*, New York, Routledge, 1999, p. 51-66.

[Chambers Robert], 1994 [1844], *Vestiges of the Natural History of Creation and Other Evolutionary Writings*, éd. par James A. Secord, Chicago (IL), University of Chicago Press.

Coen Deborah, 2007, *Vienna in the Age of Uncertainty : Science, Liberalism, and Private Life*, Chicago (IL), University of Chicago Press.

Encke Johann Franz, 1832, *Encke's Comet*, trad. angl. par G.B. Airy, Cambridge, Smith.

Hacking Ian, 1982, « Biopower and the Avalanche of Printed Numbers », *Humanities in Society*, nº 5, p. 279-295.

– 1987, « Prussian Numbers (1860-1882) », *in* L. Krüger, L. Daston et M. Heidelberger (dir.), *op. cit.*, t. 1 : *Ideas in History*, p. 377-394.

Krüger Lorenz, Daston Lorraine J. et Heidelberger Michael (dir.), 1987, *The Probabilistic Revolution*, Cambridge (MA), MIT Press, 2 vol.

Lamprecht Karl, 1974 [1897], « Individualität, Idee und sozialpsychische Kraft in der Geschichte », *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik*, vol. 3F, nº 13, in *Ausgewählte Schriften zur Wirtschafts- und Kulturgeschichte und zur Theorie der Geschichtswissenschaft*, Aalen, Scientia Verlag.

Laplace Pierre-Simon de, 1796, *Exposition du système du monde*, Paris.

Malthus Thomas Robert, 1852 [1798], *Essai sur le principe de population*, trad. par P. et G. Prévost, Paris, Guillaumin.

Maxwell James Clerk, 1860, « On the Dynamical Theory of Gases », *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, vol. 157, p. 49-88.

Navier Claude-Louis, 1819, *Sur les principes du calcul et de l'établissement des machines et sur les moteurs*, un ajout à la réédition par Navier de Bernard Forest de Belidor, *Architecture hydraulique, ou l'Art de conduire, d'élever et de ménager les eaux pour les différents besoins de la vie*, Paris, Didot.

Nichol John Pringle, 1837, *Views of the Architecture of the Heavens : In a Series of Letters to a Lady*, Édimbourg, Tait.

[Playfair John], 1808, « La Place, *Traité de mécanique céleste* » (compte rendu), *Edinburgh Review*, nº 22, p. 249-284.

Porter Theodore M., 1986, *The Rise of Statistical Thinking (1820-1900)*, Princeton (NJ), Princeton University Press.

Quetelet Adolphe, 1836 [1835], *Sur l'homme et le développement de ses facultés, ou Essai de physique sociale*, Bruxelles, 2 vol.

Ricardo David, 1951 [1821], *On the Principles of Political Economy, and Taxation*, 3e éd., in *The Works and Correspondence of David Ricardo*, éd. par P. Sraffa, Cambridge, Cambridge University Press.

Schaffer Simon, 1989, « The Nebular Hypothesis and the Science of Progress », *in* James Richard Moore (dir.), *History, Humanity and Evolution : Essays for John C. Greene*, Cambridge, Cambridge University Press, p. 131-164.

Secord James A., 2000, *Victorian Sensation : The Extraordinary Publication, Reception and Secret Authorship of « Vestiges of the Natural History of Creation »*, Chicago (IL), University of Chicago Press.

Sibum H. Otto, 1998, « Les gestes de la mesure. Joule, les pratiques de la brasserie et la science », *Annales. Histoire, sciences sociales*, vol. 53, nos 4-5, p. 745-774.
– 2012, « Inventing Coulomb's Law : "Une balance électrique" or the Material Culture of French Enlightened Rationality » (en russe), *in* Olga Stoliarova (dir.), *Ontologies of Artifacts : An Interrelation between « Natural » and « Artificial » Components of the Lifeworld*, Moscou, Académie présidentielle russe de l'économie nationale et de l'administration publique, p. 397-416.
Smith Adam, 1881 [1776], *Recherches sur la nature et les causes de la richesse des nations*, trad. par Germain Garnier, Paris.
Smith Crosbie et Wise M. Norton, 1989, *Energy and Empire : A Biographical Study of Lord Kelvin*, Cambridge, Cambridge University Press.
Tönnies Ferdinand, 1920 [1887], *Gemeinschaft und Gesellschaft : Grundbegriffe der reinen Soziologie*, 3e éd., Berlin, Curtius.
Uffink Jos, 2008, « Boltzmann's Work in Statistical Physics », *in* Edward N. Zalta (dir.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, < http://plato.stanford.edu/archives/win2008/entries/statphys-Boltzmann/> .
Ure Andrew 1863 [1847], *A Dictionary of Arts, Manufactures, and Mines ; Containing a Clear Exposition of Their Principles and Practice*, New York, Appleton, 2 vol.
Vatin François, 1993, *Le travail. Économie et physique (1780-1830)*, Paris, PUF.
Whewell William, 1834 [1833], *The Bridgewater Treatises on the Power, Wisdom, and Goodness of God as Manifested in the Creation*, traité III : *On Astronomy and General Physics Considered with Reference to Natural Theology*, 4e éd., Londres, Pickering.
Wise M. Norton, 1987, « How Do Sums Count ? On the Cultural Origins of Statistical Causality », *in* L. Krüger, L. Daston et M. Heidelberger (dir.), *op. cit.*, t. 1 : *Ideas in History*, p. 395-425.
– 1989-1990, « Work and Waste : Political Economy and Natural Philosophy in Nineteenth-Century Britain », *History of Science*, no 27 (1989), 1re partie, p. 263-301, et 2e partie, p. 391-449 ; no 28 (1990), 3e partie, p. 221-261.
– 1992, « Mediations : Enlightenment Balancing Acts, or The Technologies of Rationalism », *in* Paul Horwich (dir.), *World Changes : Thomas Kuhn and the Nature of Science*, Cambridge (MA), MIT Press, p. 207-256.
Wundt Wilhelm, 1895 [1887], *Logik. Eine Untersuchung der Prinzipien der Erkenntnis und der Methoden wissenschaftlicher Forschung*, 2e éd., Stuttgart, Enke, 2 vol.

9 Images de mathématiques

AMIR ALEXANDER

Tâtonnements dans le noir

En 1781, Joseph-Louis Lagrange (1736-1813) règne comme le plus grand géomètre d'Europe. Il est alors âgé de quarante-cinq ans. Ayant succédé à Leonhard Euler (1707-1783) à la direction du département de mathématiques de l'Académie de Berlin quinze ans auparavant, Lagrange se montre digne de son illustre prédécesseur avec des contributions révolutionnaires dans presque tous les domaines des mathématiques de l'époque. Maître incontesté de l'analyse, qui domine les mathématiques à cette époque, il l'amène au niveau de la plus haute perfection et généralité, améliore le calcul des variations et lance la recherche moderne dans la théorie des équations. Ayant gagné de nombreux prix dans le domaine de la mécanique céleste, il résume son travail dans un écrit monumental, *Méchanique analitique.* Cette œuvre transforme la mécanique de Newton – une théorie des forces qui s'appuie sur des constructions géométriques spécifiques – en une série d'équations différentielles abstraites et applicables de façon universelle. En 1781, Joseph-Louis Lagrange a fourni de puissantes preuves que les mathématiques, manifestation la plus pure de la raison, représentent la clé pour appréhender et comprendre le monde.

Cependant, Lagrange lui-même n'en est pas si certain. « Je commence à sentir que ma force d'inertie augmente peu à peu », écrit-il de façon découragée à son ancien mentor Jean Le Rond d'Alembert (1717-1783) le 21 septembre de la même année. En ce qui concerne les mathématiques, il poursuit : « Il me semble aussi que la mine est presque déjà trop

◀ Changements dans les mathématiques. Jean d'Alembert (1717-1783), un homme des Lumières serein et confiant au sommet de sa gloire, et Évariste Galois (1811-1832), un jeune homme pensif aux yeux brûlants.

profonde et qu'à moins qu'on ne découvre de nouveaux filons il faudra tôt ou tard l'abandonner[1]. »

Avec le recul, il nous est difficile de justifier ce constat désabusé. Tout au long du XVIII^e siècle, les géomètres étendent le domaine du calcul de Newton et de Leibniz au champ plus large et plus puissant de l'analyse, étudient les caractéristiques de courbes géométriques de plus en plus complexes, dépassent largement les explications de Newton du mouvement des planètes, des comètes et autres objets célestes, décrivent le mouvement de corps dans un milieu résistant, et même le mouvement, très complexe, d'une corde vibrante. Ils mettent en place des méthodes sophistiquées pour résoudre les équations différentielles et, à la fin du siècle, Lagrange lui-même fait de la mécanique une branche de l'analyse. Les mathématiques s'élèvent à des hauteurs sans précédent, et Lagrange n'a apparemment aucune raison de douter que cette matière continuera à s'étendre et à dominer l'univers scientifique.

Alors pourquoi Lagrange est-il si pessimiste quant aux perspectives de son domaine qui jusqu'à présent brille de façon si spectaculaire ?

Pour répondre à cette question, détournons-nous de Lagrange et concentrons-nous sur son correspondant, un d'Alembert vieillissant, un homme qui a fait plus que tous ses contemporains pour promouvoir le pouvoir et la promesse des mathématiques. Ayant très tôt acquis une réputation de brillant géomètre, d'Alembert se tourne ensuite vers d'autres activités intellectuelles ; il devient secrétaire perpétuel de l'Académie française et chef de file des philosophes, reconnu principalement grâce à son rôle de coéditeur de l'*Encyclopédie*, et notamment à son « Discours préliminaire », paru dans le premier volume de l'*Encyclopédie* en 1751[2]. Dans ce texte, il soutient que les mathématiques ont une place privilégiée au cœur même des sciences et qu'elles sont indispensables à la validation de toute investigation humaine du monde.

Selon d'Alembert, les mathématiques ne sont qu'une description d'objets physiques considérés de façon abstraite sans leurs attributs matériels. Les corps physiques possèdent de multiples caractéristiques non mathématiques telles que la couleur, la texture et l'impénétrabilité (c'est-à-dire « cette espèce de force par laquelle chaque corps en exclut tout autre de l'espace qu'il occupe »). La géométrie – premier niveau d'abstraction mathématique – est la science de ces corps débarrassés de tous ces attributs matériels et étudiés comme « étendue » pure. L'arithmétique naît ensuite de la nécessité de comparer plusieurs de ces objets géométriques,

1. Lagrange à d'Alembert, le 21 septembre 1781, *in* Lagrange 1882 (p. 368).
2. D'Alembert 1751 (p. 16-29).

et enfin l'algèbre est une généralisation de l'arithmétique, « exprimant ces rapports d'une manière universelle », indépendamment de nombres spécifiques. Chaque domaine mathématique – la géométrie, l'arithmétique et l'algèbre – ajoute au précédent un niveau d'abstraction supplémentaire, s'éloignant de plus en plus du monde concret des objets matériels.

Au début du XVIII^e siècle, les mathématiciens, éblouis par le pouvoir du calcul infinitésimal, l'utilisent pour s'attaquer à des questions provenant directement du monde de la physique : quelle est la forme d'une chaîne suspendue ? Quelle est la coupe transversale d'une voile gonflée par le vent ? Mais, vers la fin du siècle, l'analyse s'est bien éloignée de ses racines géométriques. Euler d'abord puis Lagrange insistent sur le fait que l'analyse doit être libérée de toute représentation géométrique et devenir purement algébrique. Avec cette algèbre dénuée de figures, le processus d'abstraction atteint ce que d'Alembert appelle son « terme le plus éloigné », au-delà duquel les mathématiciens des Lumières ne veulent plus s'aventurer : en d'autres termes, c'est le « terme le plus éloigné où la contemplation des propriétés de la matière puisse nous conduire, et nous ne pourrions aller plus loin sans sortir tout-à-fait de l'univers matériel[1] ». Et « abandonner l'univers matériel » n'est pas envisageable : les mathématiques sont la science des objets physiques dans le monde réel ; l'abandonner viderait la matière de son contenu, la transformerait en un jeu vide de relations logiques.

De plus, s'abstraire des corps physiques jusqu'à parvenir à l'algèbre ne doit pas être une fin en soi. D'Alembert soutient qu'une fois arrivés à ce sommet d'abstraction, nous devons nous retourner et revenir sur nos pas. Une à une, les propriétés dont nous avons dépouillé les objets – l'impénétrabilité, la couleur, la texture, etc. – doivent être rétablies, jusqu'à ce que l'objet d'origine soit retrouvé. Il est crucial que les rapports mathématiques généraux qui ont été établis au point d'abstraction le plus poussé tiennent toujours lors du retour au monde des objets physiques. C'est ainsi que nous nous retrouvons avec une science mathématique du monde, dans laquelle des rapports mathématiques complexes se manifestent dans la réalité physique. Les sciences physiques et les mathématiques ne sont donc pas des champs distincts ; les premières constituent bien une des branches des mathématiques[2].

Les géomètres des Lumières dans leur ensemble ne partagent peut-être pas entièrement l'opinion de d'Alembert, mais il est clair que la trajectoire globale du développement des mathématiques au cours du XVIII^e siècle

1. *Ibid.* (p. 20).
2. *Ibid.* (p. 21).

suit de très près sa ligne de raisonnement : pour les mathématiciens de cette époque, les mathématiques représentent le monde physique abstrait, et, inversement, le monde physique incarne les mathématiques.

Mais, alors même que d'Alembert proclame fièrement le pouvoir des mathématiques abstraites, d'autres commencent à émettre des doutes. Puisque les mathématiques avancées semblent s'envoler vers des sommets d'abstraction, ils se demandent s'il demeure vraiment possible de retrouver son chemin vers le monde physique.

D'après le comte de Buffon (1707-1788), par exemple, les mathématiciens se sont enfermés dans une bulle d'abstraction qu'ils ont eux-mêmes créée, et sont condamnés à éternellement répéter leurs hypothèses initiales dans des formes sans cesse plus complexes[1]. L'attitude de Denis Diderot (1713-1784) est sans doute la plus dérangeante pour d'Alembert, lorsqu'il écrit en 1753 qu'un mathématicien « ressemble à celui qui regarde du haut de ces montagnes dont les sommets se perdent dans les nues : les objets de la plaine ont disparu devant lui ; il ne lui reste plus que le spectacle de ses pensées[2] ». Ce n'est certainement pas une coïncidence que son ami et coéditeur de l'*Encyclopédie* réserve, plein d'ironie, sa discussion la plus détaillée sur la nature des mathématiques à sa *Lettre sur les aveugles* (1749)[3]. Tandis que pour d'Alembert un mathématicien est quelqu'un qui peut voir plus loin que les autres, pour Diderot il est incapable d'échapper aux limites de son propre esprit, donc aveugle.

Qui est alors le véritable mathématicien des Lumières ? Est-ce celui qui, en rendant le monde abstrait, est capable de s'élever au-delà et d'en saisir sa structure cachée ? Ou est-ce un homme frappé de cécité qui, tout en construisant des édifices sophistiqués dans son esprit, est incapable de les dépasser ? C'est une question qui hante les mathématiciens ; leur discipline s'élevant à des niveaux de généralité et d'abstraction toujours plus hauts, le risque de perdre le contact avec la réalité devient de plus en plus fort.

Personne ne sent ce paradoxe plus intensément que Lagrange, placé devant la peur que les mathématiques, malgré leur pouvoir et leur beauté, soient en train de devenir un jeu logique astucieux mais insignifiant, déconnecté de cette réalité qui justement est censée leur donner un sens. La vision grandiose de d'Alembert des hauteurs de l'abstraction devient pour lui une mine sinistre et obscure. À la fin du XVIII^e^ siècle, les mathématiques se sont égarées.

1. Buffon 1749.
2. Diderot 1754 (p. 107).
3. Diderot 1749.

L'honneur de l'esprit humain

Les prédictions désespérées de Joseph-Louis Lagrange ne devaient cependant pas se réaliser. En effet, les premières décennies du XIXe siècle sont un âge d'or pour l'innovation en mathématiques, avec l'apparition d'une multitude de nouveaux champs que Lagrange et ses contemporains n'auraient jamais pu imaginer. L'analyse complexe, la théorie des groupes, la géométrie non euclidienne et la théorie des ensembles ne sont que quelques nouveaux domaines de recherche de cette époque, celle où « les mathématiques redémarrent », selon l'expression de l'historien des mathématiques Jeremy Gray[1].

Comment les mathématiques, ce champ d'étude apparemment au bord de la faillite intellectuelle, ont-elles repris de la sorte à l'aube du XIXe siècle ? Concentrons-nous sur deux des plus grands mathématiciens de ce siècle, le Français Joseph Fourier (1768-1830), éponyme des célèbres « séries de Fourier » qu'il développa dans le cadre de sa théorie sur la diffusion de la chaleur, et l'Allemand Carl Gustav Jacobi (1804-1851), un homme plus jeune qui allait prendre la tête de cette renaissance mathématique.

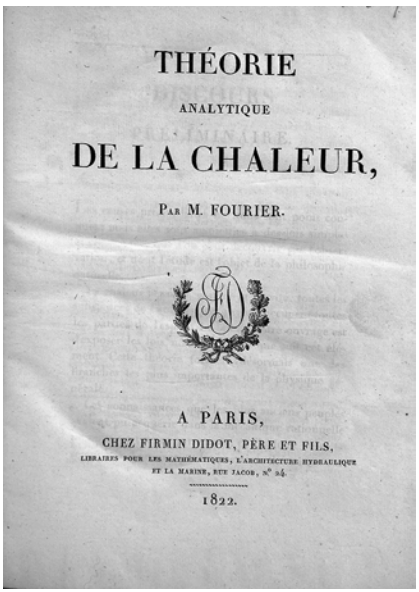
Fourier est un véritable héritier de la tradition des Lumières. Dans l'introduction de sa *Théorie analytique de la chaleur* (1822), il insiste sur le fait que les mathématiques sont une représentation de la réalité physique, et que n'importe quelle question mathématique est en fait une question qui peut se rapporter à la structure du monde. Il prévient le mathématicien qui s'éloignerait trop de la réalité physique qu'il « n'arriverait qu'à des transformations inutiles[2] ». D'ailleurs, lorsqu'en 1828 l'Académie de Paris le désigne pour rendre compte des travaux de Jacobi et de Niels Henrik Abel (1802-1829) sur les fonctions elliptiques, Fourier critique leur regard trop tourné vers les mathématiques pures. Tout en reconnaissant la beauté de leurs résultats, il insiste toutefois sur le fait que des personnes si qualifiées devraient rediriger leur recherche vers la résolution de problèmes soulevés par les sciences de la nature, mesure ultime du progrès de l'intelligence humaine[3].

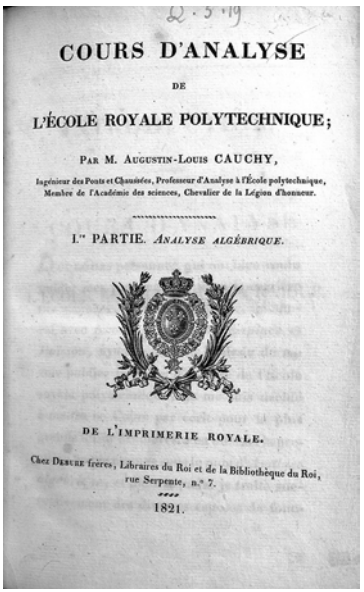
Jacobi, lui, ne partage pas du tout cet avis. Lorsqu'en 1830 il prend connaissance des remarques de Fourier, celui-ci est déjà décédé, mais cela n'empêche pas Jacobi de s'en plaindre au vieil académicien Adrien-Marie Legendre (1752-1833) : « M. Fourier était d'opinion que le but principal

1. Gray 2004 (p. 24).
2. Fourier 1822 (p. XII).
3. Pieper 1998 (p. 46).

des mathématiques était l'utilité publique et l'explication des phénomènes naturels ; mais un philosophe comme lui aurait dû savoir que le but unique de la science, c'est l'honneur de l'esprit humain[1]. »

Nous voilà donc au cœur du différend : pour Fourier, tout comme pour ses prédécesseurs d'Alembert, Euler et Lagrange, les mathématiques constituent fondamentalement l'étude du monde physique, et les formules mathématiques sont l'expression d'une réalité externe. Pour Jacobi et un grand nombre de ses contemporains, les vraies mathématiques n'ont au contraire pas de référent externe : elles sont à propos d'elles seules, et leurs vérités sont jugées non par leur description fidèle du monde physique mais par leur cohérence mathématique interne. Certains résultats mathématiques peuvent certainement constituer de puissants outils pour révéler les secrets du monde naturel – et Jacobi lui-même fait d'importantes contributions au domaine de la mécanique – mais cela n'empêche que leur valeur mathématique doit exclusivement être jugée selon les normes rigoureuses des mathématiques pures.


THÉORIE
ANALYTIQUE
DE LA CHALEUR,
PAR M. FOURIER.
A PARIS,
CHEZ FIRMIN DIDOT, PÈRE ET FILS,
LIBRAIRES POUR LES MATHÉMATIQUES, L'ARCHITECTURE HYDRAULIQUE ET LA MARINE, RUE JACOB, N° 24.
1822.


COURS D'ANALYSE
DE
L'ÉCOLE ROYALE POLYTECHNIQUE;
PAR M. AUGUSTIN-LOUIS CAUCHY,
Ingénieur des Ponts et Chaussées, Professeur d'Analyse à l'École polytechnique, Membre de l'Académie des sciences, Chevalier de la Légion d'honneur.
Ier PARTIE. *ANALYSE ALGÉBRIQUE.*
DE L'IMPRIMERIE ROYALE.
Chez DEBURE frères, Libraires du Roi et de la Bibliothèque du Roi, rue Serpente, n.° 7.
1821.

La séparation : tous deux publiés à Paris presqu'en même temps, la *Théorie analytique de la chaleur* de Fourier et le *Cours d'analyse* de Cauchy représentent cependant deux visions radicalement différentes des mathématiques.

1. *Ibid.*

Avec Jacobi, le cauchemar qui hantait les « grands géomètres » du siècle précédent devient réalité. Certes attaqués par des critiques tels que Diderot, qui affirmait que les mathématiques étaient un exercice de logique vide, ils avaient toujours proclamé que les mathématiques constituent une représentation du monde physique. La déclaration de l'un des leurs, Jacobi, eût été pour eux pure hérésie. Et cependant, à peine un siècle plus tard et à quelque 800 kilomètres à l'est de Paris, cette déclaration est bel et bien proclamée par un des mathématiciens les plus brillants.

Et Jacobi n'est pas le seul à soutenir cette position. Son concitoyen berlinois August Leopold Crelle (1780-1855), véritable « entrepreneur-mathématique » de la première partie du XIX^e siècle, ami et correspondant de grands mathématiciens de l'époque, et fondateur et éditeur du *Journal für die reine und angewandte Mathematik* – qui devient bientôt la principale revue en mathématiques de l'Europe, et connue plus communément sous le nom de « Journal de Crelle » –, est certes un grand défenseur de l'utilité des mathématiques, mais, quant à la nature et au but des mathématiques, il soutient fermement Jacobi. D'autres grands mathématiciens éminents, dont Abel (ami de Crelle) et Augustin-Louis Cauchy, partagent la même opinion.

Il s'agit d'un changement radical du regard que portent les mathématiciens sur leur discipline. Simultanément, c'est tout le dilemme de Lagrange qui se dissipe. En effet, si les mathématiques sont un système autonome qui, selon Crelle, se développe en vase clos, il n'y a plus lieu de s'inquiéter de la relation entre les mathématiques et le monde extérieur[1]. Lagrange et ses contemporains, tout en développant des techniques de plus en plus abstraites, regardaient toujours en arrière, vers les racines matérielles des concepts mathématiques, et devenaient de plus en plus anxieux de l'écart grandissant entre les frontières des mathématiques et leurs fondements physiques. Jacobi et Crelle, en revanche, peuvent aller de l'avant et suivre leur imagination vers une abstraction toujours plus poussée et des créations mathématiques novatrices, qui n'ont aucun compte à rendre à un quelconque critère externe.

Que ce changement soit un développement louable ou déplorable est le sujet de violents différends, et les opinions se divisent plus ou moins selon des lignes géographiques. Paris a été la capitale des mathématiques des Lumières, et la tradition « physicaliste » de cette époque est très forte chez les mathématiciens français du XIX^e siècle. Gaspard Monge (1748-1818), Pierre-Simon Laplace (1749-1827), Denis Poisson (1781-1840), Jean-Victor Poncelet (1788-1867) et, bien sûr, Fourier sont parmi les

1. Schubring 1993 (p. 31).

mathématiciens les plus éminents qui restent fidèles aux enseignements de Lagrange et d'Alembert, et sont rattachés à l'École polytechnique, fondée à Paris par les autorités révolutionnaires en 1794 pour former les ingénieurs aux mathématiques. Dédiés aux défis pratiques de construire des routes, des ponts, des canaux, et des mines, les polytechniciens éprouvent un dédain pour l'opinion selon laquelle les mathématiques doivent être étudiées pour leur seul intérêt[1].

Mais, dans les années 1830, le déclin de la tradition mathématique française confirme *a posteriori* les craintes de Lagrange. Bien entendu, quelques mathématiciens français d'exception étendent l'analyse et développent le nouveau domaine intuitif de la géométrie projective, mais le cœur de l'innovation mathématique en Europe s'est à cette époque-là déplacé en Allemagne. Contrairement à leurs homologues français, les mathématiciens allemands épousent avec enthousiasme le point de vue de Jacobi. La liberté que permet cette approche, notamment celle de créer des univers mathématiques alternatifs, fait de l'Allemagne le centre de la recherche en mathématiques et ce, jusqu'au déclenchement de la Première Guerre mondiale.

La terre de la Rigueur

L'un des premiers effets, sans doute des plus frappants, de l'essor de cette nouvelle vision des mathématiques est la valeur croissante accordée à la « rigueur ». On insiste désormais sur le fait que tous les termes doivent être définis de façon claire et précise, et que chaque étape dans le raisonnement doit être cohérente et ne laisser aucune place à l'ambiguïté. Depuis le temps d'Euclide, les géomètres s'étaient toujours targués de la rigueur de leur champ, qui le distinguait d'après eux des autres domaines et rendait ses résultats absolus et certains. Mais les géomètres du XVIII^e^ siècle avaient exprimé leur scepticisme quant à la valeur de la rigueur, étant plutôt d'avis que l'épreuve ultime des mathématiques était de savoir si elles décrivaient correctement la réalité. La théorie du mouvement à travers un milieu résistant de d'Alembert n'était vraie, par exemple, que si le monde se comportait conformément aux prévisions de la théorie. Que d'Alembert, dans ses calculs, ne définisse pas précisément certains concepts mathématiques ou certaines étapes n'était pas de grande importance pour la véracité de sa théorie.

Mais une fois les mathématiques isolées du reste du monde, un tel rejet

1. Daston 1986.

de la rigueur devient arbitraire et indéfendable. Puisqu'on ne les mesure plus à l'aune de la réalité externe, les mathématiques sont maintenant complètement dépendantes d'une rigueur stricte, logique et procédurale pour garantir que ses résultats sont correctement dérivés et donc vrais. La rigueur est devenue la glu qui empêche ce monde insulaire des mathématiques de s'effondrer : sans elle, on ne peut distinguer le vrai du faux.

Augustin-Louis Cauchy (1789-1857) (sûrement le mathématicien le plus influent de la première moitié du XIX^e^ siècle) est parmi les premiers à se rendre compte de l'importance critique de ces nouvelles mathématiques. Produit de l'École polytechnique, Cauchy y a toujours été considéré comme un intrus. Tandis que la plupart de ses collègues sont des vétérans de la Révolution, Cauchy est ultraconservateur, royaliste ardent et catholique dévot. Sa nomination en tant que professeur d'analyse est imposée à l'École par le gouvernement de la Restauration en 1815, et la situation ne fait qu'empirer lorsqu'il accepte l'année suivante une autre nomination du gouvernement à l'Académie comme remplaçant de Monge, expulsé, lui, pour ses tendances républicaines.

Ce ne sont cependant pas seulement ses opinions politiques, sa volonté de bafouer l'autonomie sacrée de l'Académie, ou bien même son manque de respect à l'égard du bien-aimé Monge, qui alièrent Cauchy de ses collègues. C'est aussi son approche des mathématiques. Contrairement à la quasi-totalité des enseignants de l'École qui croient toujours fermement que les mathématiques se vérifient dans leurs applications pratiques, Cauchy soutient que l'on doit évaluer les mathématiques selon leurs seuls critères internes. Il explique dans l'introduction de son ouvrage le plus connu, *Cours d'analyse* (1821), que cela exige de se conformer aux normes les plus strictes de la rigueur mathématique et promet que, dans son propre travail, il fera « disparaître toute incertitude[1] ».

Le *Cours d'analyse* redéfinit en effet le domaine de l'analyse sur des fondements nouveaux et rigoureux, et les démonstrations qu'on y trouve continuent d'être enseignées aux étudiants en mathématiques jusqu'à nos jours. Face à l'opposition croissante de ses collègues et de ses étudiants à l'École polytechnique qui trouvent son approche complexe inadaptée à la formation d'ingénieurs au service de l'État, Cauchy persévère. Malgré de nombreuses tentatives destinées à le faire fléchir, il continue à enseigner ses méthodes rigoureuses, et ses supérieurs ne peuvent rien y faire. En tant que protégé du gouvernement de la Restauration, Cauchy est intouchable. C'est seulement lorsque la révolution de 1830 balaie ses « patrons »

1. Cauchy 1821 (p. iij), Alexander 2010 (p. 184).

du pouvoir que les instances de l'École polytechnique réussissent enfin à se débarrasser de leur professeur rebelle[1].

Le cœur de la réforme que propose Cauchy est dans sa définition novatrice de la « limite », concept crucial mais profondément problématique pour l'analyse et tous les domaines qui y sont rattachés[2]. La limite est le nombre vers lequel une suite infinie converge. Par exemple, la suite $1, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \ldots$ converge vers zéro. Mais cette série atteint-elle sa limite ? Pour les géomètres des Lumières, il semblait que la réponse devait être positive. Sinon, l'analyse ne serait qu'une approximation de la réalité extérieure, contenant toujours une erreur, certes petite, mais insurmontable[3]. Si chaque terme de la suite est toujours à une certaine distance de la limite, comment est-il possible de transcender cette distance et d'atteindre ce « dernier terme » ? Question trouble qui défiait toute solution. On ne s'étonnera donc pas que, pour d'Alembert et nombre de ses confrères, cela relevait du domaine des pinailleurs et était indigne de l'attention d'un « grand géomètre ».

Pour Cauchy, cependant, de telles ambiguïtés ne peuvent être tolérées. Pour contourner ce débat, il définit tout simplement la limite comme le nombre dont une suite infinie s'approche à n'importe quelle magnitude donnée. Une telle solution n'aurait jamais été acceptable pour les mathématiciens « physicalistes » : tant qu'une correspondance est établie entre les mathématiques et le monde physique, une suite infinie est l'expression d'une suite de points dans l'espace, ou dans le temps, et la suite atteint sa limite ou ne l'atteint pas. Cauchy, d'un seul coup, rompt la connexion entre les mathématiques et la réalité physique. Pour lui, la limite est tout simplement un nombre qui répond à une condition précise : que la suite s'en approche autant qu'on le veut. C'est une définition mathématique propre et rigoureuse, et peu lui importe le fait qu'elle n'est pas reflétée dans le monde physique.

Tandis que l'approche de Cauchy ne trouve aucun adhérent dans son entourage immédiat, ses opinions gagnent le soutien de jeunes mathématiciens en dehors du courant dominant des mathématiciens français. L'un d'entre eux est le Norvégien Abel, brillant mathématicien, et rival de Jacobi jusqu'à sa mort à l'âge de vingt-six ans. Lors de sa visite à Paris en 1826, il écrit à son ami Bernt Holmboe (1795-1850) à Christiania

1. Alexander 2010 (chap. 5), Belhoste 1985.
2. Grabiner 2011.
3. L'évêque George Berkeley fait partie de ceux qui critiquent l'analyse en raison du fait qu'elle contient toujours une erreur ; Berkeley 1734.

(aujourd'hui Oslo), se plaignant que « Poisson, Fourier, Ampère, etc. etc., ne s'occupent absolument que de magnétisme et d'autres affaires de physique » et ne sont pas du tout intéressés par les mathématiques pures. Il y voit un grand tort pour les mathématiques, tout particulièrement pour l'analyse qui n'est pas du tout traitée de façon rigoureuse. Abel ne trouve qu'une exception à sa vision plutôt médiocre des mathématiciens français : « Bien que Cauchy soit fou, et qu'avec lui il n'y ait pas moyen de s'entendre, il est pour le moment le seul mathématicien qui sait comment les mathématiques doivent être traitées[1]. »

Autre mathématicien qui croit avec enthousiasme que les mathématiques représentent une fin en soi, le jeune Évariste Galois (1811-1832) pose les fondements de ce qui devient la théorie des groupes et, de fait, l'algèbre moderne, et met en place une méthode pour déterminer si une équation donnée peut être résolue par radicaux, c'est-à-dire par une série d'opérations algébriques standards (dont l'extraction de racine)[2].

La « théorie de Galois », telle qu'on la connaît aujourd'hui, donne une vision en profondeur de l'architecture complexe des équations, bien au-delà de ce qui a été fait avant lui. Mais la méthode de Galois, il l'admet sans peine, est inutile à la résolution même d'une équation. Étant donné une équation, il écrit : « Je ne peux rien faire que de vous indiquer les moyens de répondre à votre question, sans volonté de me charger moi-même ou qui que ce soit avec la tâche de le faire. » « En un mot, conclut-il, les calculs sont incommodes[3]. »

Cependant, pour Galois, le fait que sa méthode soit inutile ne l'invalide absolument pas ; c'est précisément « tout ce qui rend cette théorie belle[4] ». Pour lui, comme pour Jacobi, l'incommodité n'est pas un inconvénient mais une fierté. Les vraies mathématiques ne s'encombrent pas de résultats numériques, elles s'étudient pour elles seules.

Un nouveau monde à partir de rien

L'exemple le plus spectaculaire de la rupture entre les mathématiques et le monde concret est indéniablement l'invention de la géométrie non euclidienne. Depuis l'époque d'Euclide en 300 avant J.-C., la géométrie était

1. Størmer 1902.
2. L'exemple le plus simple de la résolution d'une équation par radicaux est la formule pour résoudre une équation du second degré : $x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$.
3. Galois 1962 [1831] (p. 39-41).
4. *Ibid.*, p. 41.

considérée comme la seule vraie science de l'espace. Elle décrivait parfaitement la vraie relation entre les objets dans l'espace, et aucune personne saine d'esprit ne pouvait contredire la véracité de ses théorèmes. Mais ce qui avait paru évident pendant plus de deux millénaires est soudain mis en question au début du XIX^e siècle, lorsqu'un grand nombre de mathématiciens commencent à expérimenter avec la notion de géométries alternatives. L'illustre Carl Friedrich Gauss (1777-1855) garde profil bas par appréhension « des clameurs des Béotiens » s'il soutenait ouvertement quelque chose d'aussi polémique, mais d'autres, moins connus et moins timides, publient quelquefois leurs résultats, surtout dans le but d'intéresser le « Prince des Mathématiciens » (nom sous lequel Gauss était déjà connu) par leur travail. Les deux versions les plus complètes et brillantes de géométrie non euclidienne sont proposées aux alentours de 1830 par des hommes aux marges des mathématiques européennes : le Russe Nikolaï Lobatchevski (1792-1856), professeur en mathématiques à l'université de Kazan, et le jeune Hongrois János Bolyai (1802-1860), officier de l'armée. Même si les deux systèmes sont conçus indépendamment l'un de l'autre, ils sont développés dans la même période et coïncident à un degré surprenant.

Lobatchevski et Bolyai commencent tous les deux par libérer leurs hypothèses du fameux « axiome des parallèles » d'Euclide. De là, ils cherchent à déduire les théorèmes qui résultent traditionnellement de cet axiome. Au lieu de se heurter à une contradiction, ce qui aurait été une indication que la géométrie euclidienne était la seule forme de géométrie viable, ils en arrivent à construire une autre géométrie tout à fait cohérente, tout aussi logique que la géométrie euclidienne, mais décrivant un monde très différent du nôtre. Dans ce monde alternatif, par exemple, la somme des angles d'un triangle est toujours inférieure à 180 degrés, et la forme d'une figure dépend de sa taille. Le jeune Bolyai se rendait clairement compte de ce qui était en jeu lorsqu'à l'âge de vingt et un ans il était en train de resserrer l'étau sur sa découverte grandiose. « J'ai créé un nouveau monde, un autre monde à partir de rien », écrit-il tout excité à son père, un vieil ami de Gauss, lui aussi mathématicien[1]. Et c'était bien ce qu'il avait fait : ce monde étrange de la géométrie non euclidienne devint tout aussi réel pour un mathématicien de sa génération que ce monde euclidien familier où l'on vit.

Pour les mathématiciens des Lumières, la notion d'une géométrie alternative aurait été absurde. Mais, à l'époque de Jacobi, Cauchy et Galois, les mathématiques sont jugées selon leurs règles internes et, partant, le

1. János Bolyai à Farkas Bolyai, le 3 novembre 1832. Cité dans Alexander 2010 (p. 237).

« nouveau monde » de Bolyai est tout aussi « vrai » que l'ancien monde d'Euclide. L'exclamation de Bolyai permet à une génération entière de mathématiciens de s'exprimer.

Au XIX^e siècle, les mathématiques se détournent de la réalité physique pour former un monde insulaire et autonome. Tandis qu'en France la tradition « physicaliste » reste forte et qu'en Angleterre l'approche géométrique prédomine, c'est de façon indiscutable en Allemagne que les nouvelles mathématiques s'établissent et définissent les normes pour toute l'Europe. En analyse, Karl Weierstrass (1815-1897) poursuit et étend le travail de Cauchy, transformant à terme ce domaine en un système mathématique autonome et parfaitement rigoureux. Les travaux de Richard Dedekind (1831-1916) et Leopold Kronecker (1823-1891) étendent au domaine général de la théorie des groupes les résultats de Galois, ce qui à terme devient l'algèbre moderne. Et Georg Cantor (1845-1918) poursuit la quête de fondements rigoureux lorsqu'il développe la théorie des ensembles dans les années 1870, domaine qui deviendra la base logique de toutes les mathématiques.

Puis, la géométrie non euclidienne, dont l'existence même représente la rupture de ces liens classiques entre mathématiques et monde physique, est à son tour transformée. Dans les années 1860, Bernhard Riemann (1826-1866) montre que l'espace géométrique est juste un ensemble infini de triplets de nombres, ayant une métrique particulière qui définit la « distance » entre eux. Puisqu'il y a un nombre infini de métriques possibles, il y a aussi un nombre infini de géométries possibles. Et, en 1899, David Hilbert (1862-1943) publie *Grundlagen der Geometrie* (Principes fondamentaux de la géométrie), une redéfinition radicale de la géométrie, qui ne s'occupe que de sa cohérence interne – les points, les lignes et les plans n'y sont que de simples objets indéfinis, détachés des concepts que nous connaissons par expérience et par intuition spatiale. Comme il l'explique plus tard, il aurait pu tout aussi facilement utiliser « des tables, des chaises et des chopes de bière ». Avec Hilbert, tout rapport avec l'expérience vécue ou l'intuition spatiale est enfin éliminé. La géométrie, « science de l'espace » par excellence, est à son tour absorbée dans le monde impalpable des mathématiques pures, des mathématiques abstraites[1].

Émancipées de la réalité extérieure, les mathématiques du XIX^e siècle ne sont pourtant pas inutiles aux sciences, mais ne se manifestent pas nécessairement dans le monde physique ; même si, dans certains cas,

1. Gray 1992. La citation de Hilbert est à la page 240. À propos du développement de la géométrie non euclidienne, voir Richards 2003.

et comme tous les mathématiciens l'admettent, elles peuvent être « appliquées » au monde physique et, de ce fait, produire de magnifiques résultats.

Par exemple, la théorie purement mathématique de Riemann sur la courbure des espaces devient – des décennies après et dans un contexte que Riemann n'aurait pu imaginer – la pierre angulaire de la théorie de la relativité générale d'Einstein. En sciences sociales, le pionnier des statistiques Adolphe Quetelet (1796-1874) était persuadé qu'il pourrait trouver au sein de sa collection de données des régularités mathématiques[1]. Cette idée se révèle être une impasse pour le domaine, mais, à terme, son approche fait place aux constructions sophistiquées de Francis Galton (1822-1911) et Karl Pearson (1857-1936), qui peuvent, dans certains cas, être prudemment appliquées aux données[2].

Paradoxalement, la rupture initiale des liens entre mathématiques et physique donne plus de liberté aux deux domaines, pour finalement permettre d'envisager de nouveaux rapports féconds entre mathématiques et sciences.

Mathématiques romantiques

Évariste Galois meurt d'une balle reçue dans le ventre le 31 mai 1832. C'est la fin violente d'une vie courte et turbulente qui apporta peu de bonheur au jeune homme. Né dans une bonne famille bourgeoise, Galois subit à l'âge de dix-sept ans un bouleversement profond lorsque son père, maire de la ville de Bourg-la-Reine, se suicide. Il échoue deux fois au concours d'entrée à l'École polytechnique, et en 1829 il est finalement admis à l'École normale supérieure, à l'époque seconde en prestige et en influence. Mais il n'y reste pas longtemps. Républicain ardent, Galois est empli de rage lorsque le directeur de l'École enferme les étudiants lors des manifestations de juillet 1830. Après une série d'attaques anonymes contre le directeur, il est révélé que c'est Galois qui en est à l'origine et c'est pourquoi il est expulsé de l'École.

Dans les rues de Paris, il rejoint une association républicaine et est bientôt arrêté pour avoir levé son verre au roi Louis-Philippe tout en tenant un poignard dans sa main. Une deuxième arrestation, le jour anniversaire de la prise de la Bastille en 1831, lui vaut plusieurs mois en prison, mais il est mis en liberté conditionnelle et placé dans une maison

1. Porter 1986 (chap. 2 et 4).
2. Porter 1986 (p. 311-314) et 1995 (p. 20).

de convalescence lorsqu'une épidémie de choléra touche la ville. C'est là qu'il rencontre Stéphanie du Motel, la fille du propriétaire de l'établissement, et en tombe amoureux. Le jeune Évariste est aussi passionné qu'inexpérimenté, et il réussit à outrager la jeune femme, qui appelle deux de ses amis à défendre son honneur. Lorsque les tentatives de médiation échouent, un duel est fixé pour l'aube du 30 mai 1832.

À travers tous ces douloureux périples, cependant, Galois reste un mathématicien. Il continue à développer ses théories novatrices, et de façon répétée essaie d'intéresser les grands mathématiciens de son époque à son travail. Une fois de plus, échec et frustration sont tout ce qui l'attend. Le mémoire mathématique qu'il envoie à Cauchy est mystérieusement perdu. Lorsqu'il soumet son travail pour le Grand Prix de l'Académie, Joseph Fourier, l'académicien en charge de lire son travail, meurt de façon inattendue, entraînant la disqualification de Galois. Et lorsque Denis Poisson lui demande un résumé de son travail, les résultats ne sont pas meilleurs : il ne peut faire sens de son travail « incompréhensible » et ne lui répond qu'en lui demandant des clarifications.

Ses activités politiques lui ont donc valu de se retrouver en prison, ses rêves de grandeur mathématique se sont heurtés à un mur, son amour l'a rejeté, et Galois est alors sur le point de faire face à la bouche d'un pistolet : il sent qu'il ne survivra pas. La nuit précédant le duel est passée à frénétiquement écrire son testament mathématique. Au matin, ses prémonitions se révèlent vraies. Il reçoit une balle dans le ventre et on l'abandonne ensanglanté dans la rue. Un passant l'amène à un hôpital où il meurt le lendemain dans les bras de son jeune frère Alfred. « Ne pleure pas, dit-il dans un soupir à son frère. J'ai besoin de tout mon courage pour mourir à l'âge de vingt ans[1]. »

Telle fut la fin de Galois, mais pas celle de son histoire. Dans les années qui suivent, son frère, avec ses amis révolutionnaires, essaie sans relâche d'intéresser les grands mathématiciens au testament mathématique d'Évariste. Finalement, l'académicien Joseph Liouville (1809-1882) accepte de lire les papiers que Galois a laissés, et les publie en 1846 dans son nouveau *Journal de mathématiques pures et appliquées*. Avec le soutien de Liouville, Galois reçoit enfin la reconnaissance qu'il n'aura jamais connue de son vivant. Sa réputation continue de croître et, après quelques décennies, il est reconnu comme l'un des plus grands génies des mathématiques du XIX^e^ siècle. Tandis que sa célébrité mathématique grandit, sa légende fait de même. Galois le jeune homme à tendance conflictuelle

1. Alexander 2010 (chap. 3).

devient Galois le génie incompris qui fut trop bon et trop pur pour ce monde. Le marginal devient martyr.

Telle est la légende de Galois et, malgré le fait que, dans les grandes lignes, il s'agit véritablement de son histoire, il y a de nombreux détails importants qui sont, à tout le moins, discutables. Cauchy, par exemple, selon toute probabilité, ne perdit pas le mémoire de Galois, mais lui tendit la main et l'encouragea, et l'évaluation du travail de Galois par Liouville ne se fit sûrement pas seulement sur son résumé exalté de sa dernière nuit, mais sur plusieurs articles que Galois avait publiés, les mémoires qui avaient été envoyés à l'Académie, et quelques traités non publiés mais composés avec attention. Toutefois, l'histoire de Galois constitue une matière pour les romans, une histoire pour l'éternité[1].

Et aussi dramatique qu'elle soit, l'histoire du martyre de Galois est, sous plusieurs angles, typique de son époque, le point d'orgue du romantisme. Lord Byron (1788-1824), par exemple, sacrifia sa vie à l'âge de trente-six ans en défendant la liberté des Grecs contre les Turcs. Le philosophe romantique Novalis (1772-1801) mourut à l'âge tendre de vingt-huit ans, et le compositeur Franz Schubert (1797-1828) mourut de la tuberculose, au sommet de son succès, à l'âge de trente et un ans. Ce ne sont que quelques exemples de héros romantiques de cette époque : une vie turbulente et torturée suivie d'un désastre et d'une mort prématurée était plus ou moins une condition nécessaire dans la biographie des artistes, poètes et musiciens les plus brillants de l'époque. L'histoire de Galois s'inscrit parfaitement dans ce genre plus large.

Parmi les mathématiciens, un autre exemple est celui d'Abel, à qui on ne proposa jamais une position universitaire dans sa Norvège natale. Selon la légende, Abel fut snobé par les arrogants académiciens français, qui ignorèrent puis perdirent son mémorandum lorsqu'il se rendit à Paris en 1826, le conduisant ainsi au surmenage, à la maladie puis à la mort. En réalité, Abel était une « star » internationale des mathématiques et sur le chemin d'une carrière très prospère lorsqu'il contracta la tuberculose et mourut à l'âge de vingt-six ans. Mais cela avait peu d'importance : aux yeux des mathématiciens, ainsi que du public, Abel devint le jumeau spirituel de Galois – un génie ignoré, peinant dans l'obscurité et conduit à la mort par un ordre établi rigide et sans cœur. Riemann, Bolyai et Ramanujan ne sont que quelques exemples supplémentaires, et on trouve beaucoup de récits tragiques associés aux mathématiciens modernes, dont Georg Cantor, Kurt Gödel, Alan Turing et Steve Nash.

Le mythe du mathématicien tragique persiste donc, et c'est

1. Les papiers de Galois sont rassemblés *in* Galois 1962.

incontestablement une création de l'âge romantique au début du XIX^e siècle. En effet, on ne trouve aucune trace de cette image dans les générations de mathématiciens avant Galois et Abel. Les géomètres des Lumières, tels d'Alembert, Euler et Lagrange, étaient des hommes d'affaires prospères, amis et correspondants de rois et d'empereurs, dirigeants culturels sur leurs terres. S'il y a un lieu commun qui décrit ces hommes à leur époque, c'est celui de l'enfant heureux de la Nature, l'Émile de Rousseau. Il est difficile d'imaginer un contraste plus prononcé que celui existant entre les géomètres des Lumières, heureux et prospères, et les personnalités sombres et aliénées qui leur succèdent, dans les récits, quelques décennies plus tard.

Qu'est-ce qui peut expliquer cette transition nette du statut culturel du mathématicien entre le XVIII^e et le XIX^e siècle ? Une hypothèse est que cela correspond au changement même de la nature des mathématiques : le passage de l'« homme naturel » du XVIII^e siècle au « héros tragique » du XIX^e siècle va de pair avec la mutation de la pratique et de la signification du domaine que nous avons décrite et indique une transformation radicale de l'image culturelle et de la place des mathématiciens.

Lorsque les mathématiques rompent avec le monde physique et se transforment en une réalité alternative, autonome, les mathématiciens cassent leur relation privilégiée avec le monde naturel ; ils deviennent ces rares individus dotés du don de pénétrer dans ces univers imaginaires et d'acquérir une connaissance approfondie de leur structure majestueuse. Ce sont des génies, ou peut-être des prophètes, qui essaient de transmettre la beauté divine des mathématiques à leurs semblables. Est-il étonnant qu'ils deviennent de plus en plus frustrés par leur existence terrestre ? On peut en douter. Galois, Abel et Bolyai habitent un univers mathématique parfait. Être condamnés à vivre leurs vies dans notre monde plein de défauts serait alors tout simplement une tragédie, tel le prisonnier dans l'allégorie de Platon, déchiré entre le nouveau monde qu'il découvre à l'extérieur et sa vie antérieure dans la caverne[1].

À un niveau plus profond, cette transformation fait partie d'une transition culturelle plus large, de l'âge des Lumières au romantisme. Ce fut un tremblement de terre culturel, que l'on ressentit dans l'art, la musique, la littérature et la poésie, et qui fut aussi ressenti dans le domaine des mathématiques. Le romantisme n'est pas pour autant la cause de la transformation qui survient dans les mathématiques. Il « explique » pour ainsi dire cette transformation en fournissant seulement un contexte et un sens aux choix faits par les artistes et les mathématiciens, les reliant de

1. Platon 1934.

façon intéressante, et les plaçant dans le contexte d'un moment historique donné.

Traduit par Anasuya Raj

Références bibliographiques

Alembert Jean Le Rond d', 1751, « Discours préliminaire de l'*Encyclopédie* », in *Encyclopédie, ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*, Paris, vol. 1, p. 16-29.

Alexander Amir, 2010, *Duel at Dawn : Heroes, Martyrs and the Rise of Modern Mathematics*, Cambridge (MA), Harvard University Press.

Belhoste Bruno, 1985, *Cauchy (1789-1857). Un mathématicien légitimiste au XIX^e^ siècle*, Paris, Belin.

Berkeley George, 1734, *The Analyst ; or A Discourse Addressed to an Infidel Mathematician*, Londres, J. Tonson.

Buffon Georges-Louis Leclerc, 1749, « Premier discours. De la manière d'étudier et de traiter l'histoire naturelle », *in* Buffon, *Histoire naturelle, générale et particulière*, Paris, Imprimerie royale, t. 1, p. 3-62.

Cauchy Augustin-Louis, 1821, « Introduction », *Cours d'analyse de l'École royale polytechnique*, Paris, Imprimerie royale.

Daston Lorraine, 1986, « The Physicalist Tradition in Early Nineteenth-Century French Geometry », *Studies in History and Philosophy of Science*, vol. 17, p. 269-295.

Diderot Denis, 1749, *Lettre sur les aveugles à l'usage de ceux qui voyent*, Londres.

– 1754, *Pensées sur l'interprétation de la Nature*, Paris.

Fourier Joseph, 1822, *Théorie analytique de la chaleur*, Paris, Firmin Didot.

Galois Évariste, 1962 [1831], *Écrits et mémoires mathématiques*, éd. par Robert Bourgne et Jean-Pierre Azra, Paris, Gauthier-Villars.

Grabiner Judith, 2011, *The Origins of Cauchy's Rigorous Calculus*, New York, Dover.

Gray Jeremy, 1992, « The Nineteenth-Century Revolution in Mathematical Ontology », *in* Donald Gillies (dir.), *Revolutions in Mathematics*, Oxford, Clarendon Press, p. 226-248.

– 2004, « Anxiety and Abstraction in Nineteenth-Century Mathematics », *Science in Context*, vol. 17, p. 23-47.

Lagrange Joseph-Louis, 1882, Œuvres de Lagrange, t. 13 : *Correspondance inédite de Lagrange et d'Alembert*, Paris, Gauthier-Villars.

Pieper Herbert, 1998, « Carl Gustav Jacob Jacobi », *in* Heinrich Begehr, Helmut Koch, Jürg Kramer, Norbert Schappacher et Ernst-Jochen Thiele (dir.), *Mathematics in Berlin*, Berlin, Birkhäuser, p. 41-48.

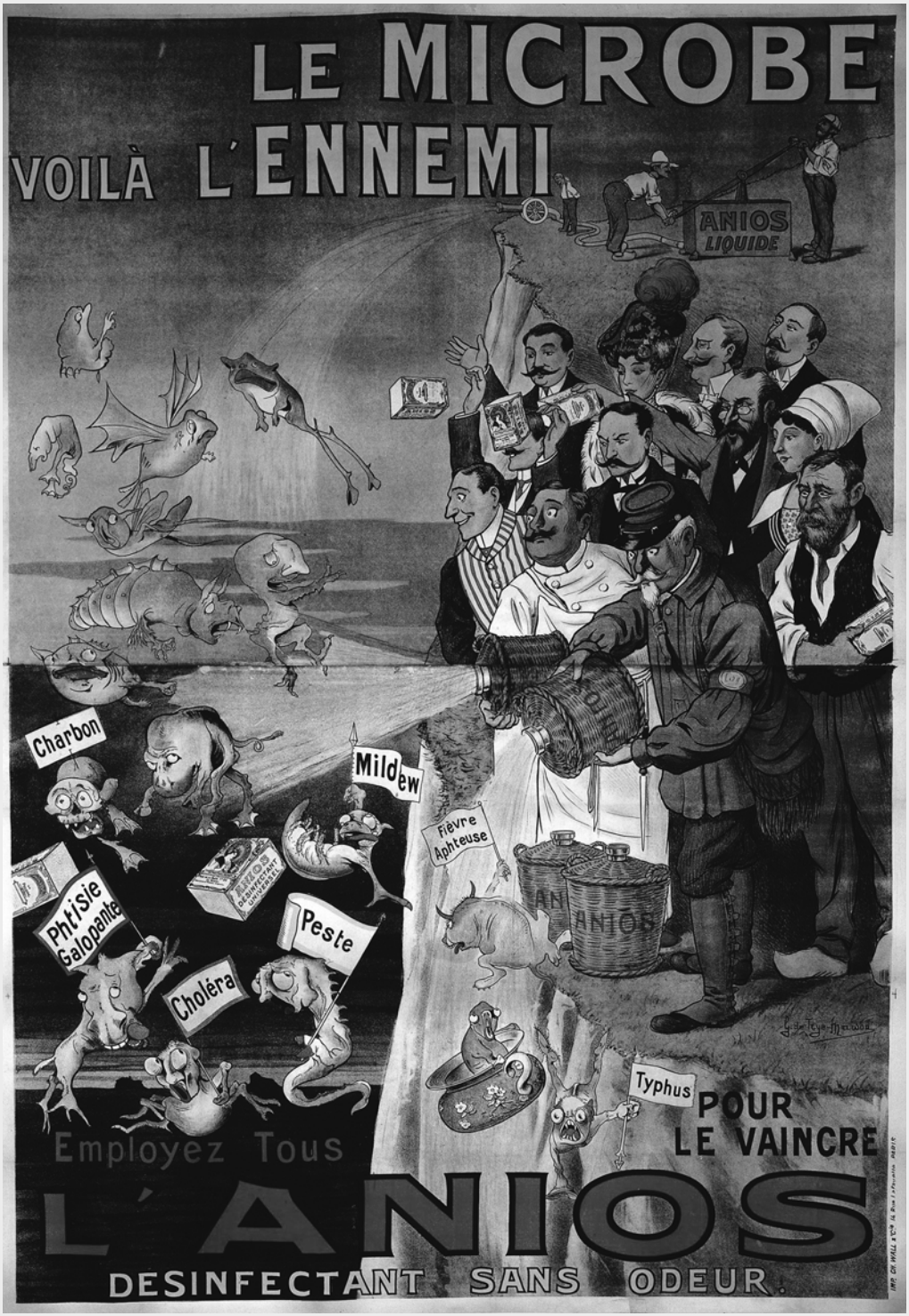
Platon, 1934, *La République*, livres IV-VII, trad. par Émile Chambry, Paris, Les Belles Lettres.

Porter Theodore M., 1986, *The Rise of Statistical Thinking*, Princeton, Princeton University Press.

– 1995, *Trust in Numbers*, Princeton, Princeton University Press.

Richards Joan L., 2003, « The Geometrical Tradition : Mathematics, Space, and Reason in the Nineteenth Century », in *The Cambridge History of Science*, t. 5 : Mary Jo Nye (dir.), *The Modern Physical and Mathematical Sciences*, Cambridge, Cambridge University Press, p. 447-467.

Schubring Gert, 1993, « The German Mathematical Community », *in* John Fauvel, Raymond Flood et Robin Wilson (dir.), *Möbius and His Band : Mathematics and Astronomy in Nineteenth-Century Germany*, Oxford, Oxford University Press, p. 21-33.
Størmer Carl, 1902, *Niels Henrik Abel.* Mémorial publié à l'occasion du centenaire de sa naissance, Kristiania, J. Dybwad.


LE MICROBE
VOILÀ L'ENNEMI
ANIOS LIQUIDE
Charbon
Mildew
Fièvre Aphteuse
Phtisie Galopante
Peste
Choléra
Typhus
Employez Tous
POUR LE VAINCRE
L'ANIOS
DESINFECTANT SANS ODEUR.

10 Les microbes et les humains

ILANA LÖWY

Ils sont partout

Dans le sol, les fleuves, les airs,
Aux sables brûlants des déserts,
Dans les montagnes, dans les mers,
Dans nos maisons et dans nos villes,
Portés par les flots et les vents
Se cachent les germes vivants,
Atomes subtils et mouvants,
Soustraits à nos regards débiles !

Ils sont partout : dans le chemin,
Sur nos habits, sur notre main,
Entourant le pauvre être humain
De leur ardente pourriture !
Toujours jeunes et toujours forts,
Ils envahissent tous les corps,
Ceux des vivants et ceux des morts,
Ils sont les rois de la nature.

À chaque geste, à chaque pas,
Ces ennemis qu'on ne voit pas,
Infectent jeux, amours, repas,
De leur vie effrayante et sombre :
Et minuscules vibrions,
Lancent sur nous par millions,
Leurs invisibles légions.
Ils ont l'immensité du nombre

Charles Richet, *La Gloire de Pasteur*[1]

1. Richet 1914 (p. 2-3).

◀ L'utilisation du désinfectant « Anios » contre les microbes. – Lithographie en couleur de G. de Trye-Maison, vers 1910.

Les récits historiques sur les sciences du XIXe siècle pointent souvent la rupture radicale produite par l'avènement de la science des microbes : avant celle-ci, les humains ne savent pas qu'ils partagent leur monde avec un nombre immense d'êtres vivants invisibles à l'œil nu. Leur existence est certes connue : au XVIIe siècle, certains pionniers de la microscopie, comme Robert Hooke ou Antoine van Leeuwenhoek, décrivent des êtres minuscules grouillant dans des gouttes d'eau sale ou des infusions de foin. Par la suite, de nombreux savants, mais aussi des microscopistes amateurs, observent de tels micro-organismes. Vers 1830, le microscope composé réduit l'aberration sphérique des lentilles et facilite l'observation de ces êtres minuscules. Avant les années 1870, les micro-organismes existent donc bel et bien mais ces êtres sont sans qualités, à la marge de l'entreprise scientifique. À la fin du XIXe siècle, en revanche, ils acquièrent le pouvoir de changer le monde.

Le poème de Charles Richet, « La gloire de Pasteur », illustre l'importance attribuée à la découverte d'un univers partagé entre les êtres humains et les microbes. Richet, médecin, physiologiste, lauréat du prix Nobel de 1913, et écrivain pendant son temps libre, gagne en 1914 le prix de l'Académie des sciences pour le meilleur ouvrage consacré à l'œuvre de Louis Pasteur. Ce poème est une suite de variations sur un thème unique : la puissance infiniment grande de la découverte de l'infiniment petit. Avant Pasteur, « l'ignorance restait, morne et froid Océan » ; après lui, tout s'explique : « On n'avait rien compris avant qu'il eût parlé[1]. »

Richet compose un récit à la gloire d'un grand homme de science. Pendant la seconde moitié du XXe siècle, les historiens remplacent ce genre de récits hagiographiques par une vision plus nuancée et complexe de la recherche scientifique. Toutefois, jusqu'à récemment, l'histoire de la microbiologie reste centrée sur l'œuvre des trois « pères » de la discipline, Louis Pasteur, Joseph Lister et Robert Koch. Elle est fréquemment résumée par une poignée de dates clés : 1861, débat entre Pouchet et Pasteur sur la génération spontanée ; 1867, mémorandum de Joseph Lister sur la chirurgie antiseptique ; 1876, isolement du bacille de la maladie du charbon par Robert Koch ; 1881, démonstration publique de l'efficacité du vaccin anticharbonneux de Pasteur ; 1882, description du microbe de la tuberculose par Koch ; 1885, application à l'homme du vaccin contre la rage de Pasteur ; 1885, description du bacille du choléra par Koch.

Depuis les années 1990, les historiens des sciences et de la médecine mettent en question cette image du développement de la microbiologie comme rupture nette et radicale avec le passé. Des recherches sur les

1. *Ibid.* (p. 2). Richet ne mentionne même pas en passant le travail de Robert Koch.

pratiques des hygiénistes, des médecins, des agriculteurs et des industriels mettent en effet en évidence d'importantes continuités. L'avènement de la science des microbes bouleverse sans aucun doute possible de nombreux domaines des sciences, de la médecine, de l'agriculture et de la vie quotidienne, mais la tâche de l'historien est d'étudier où se situent précisément les continuités et ruptures significatives. En paraphrasant l'historien des sciences Steven Shapin, on peut dire que la révolution microbienne n'a pas eu lieu, et que le but de ce texte est d'en décrire la portée[1].



Modèle de cuvette de WC « Optimus », Angleterre, 1870.

Les microbes et l'hygiène

La saleté est étroitement liée aux maladies bien avant le développement de la science des microbes ; en même temps, on l'associe à la défaillance morale. Des termes comme « souillure », « pourrissement » ou « vermine » sont empreints d'une grande charge émotionnelle. Les

1. Shapin 1996 (p. 1).

campagnes hygiénistes conduites au XIXe siècle s'appuient sur ces significations multiples, pratiques et symboliques, et sur une volonté de purification. L'idée que la saleté entretient un rapport avec la présence d'êtres vivants invisibles se greffe ainsi sur une association entre saleté physique et souillure morale.

Au XIXe siècle, les médecins élaborent le concept de « maladie zymotique », selon lequel les émanations toxiques du pourrissement des matières organiques produisent les conditions propices au développement des pathologies. Pendant la guerre de Crimée, une infirmière anglaise, Florence Nightingale, est à l'origine d'une réforme des soins infirmiers qu'elle impose ensuite en Grande-Bretagne. À cette époque, les infirmières sont, en règle générale, des femmes originaires des classes populaires, réputées ignorantes, grossières et d'une moralité douteuse. En contraste, Florence Nightingale est une femme éduquée originaire d'une famille aisée. Cela lui permet d'être acceptée comme interlocutrice légitime par les médecins et administrateurs des hôpitaux. Dotée d'une grande énergie et d'un talent politique non négligeable, elle persuade les responsables des hôpitaux de la nécessité d'une réforme radicale de la profession d'infirmière et, en même temps, d'une réorganisation des institutions généralisant de nouvelles règles de propreté et d'hygiène. Cette réforme vise à protéger la santé des malades mais aussi à les soustraire aux effets néfastes de la saleté[1].

Le succès de Florence Nightingale repose sur sa capacité à articuler les deux dimensions matérielle et symbolique des maladies zymotiques. En 1847, un médecin hongrois ayant travaillé à Vienne, Ignác Semmelweis, publie un texte qui explique la mortalité élevée due à la fièvre puerpérale par la propagation de la matière zymotique d'origine cadavérique. Semmelweis note que cette mortalité est particulièrement élevée dans les services hospitaliers où les médecins passent directement de la salle de dissection à celle d'accouchement. Il tente donc d'imposer aux médecins une désinfection méticuleuse des mains avant tout examen d'une femme en couches. Il rencontre de nombreuses résistances, entre en conflit avec ses supérieurs, et il est finalement évincé de son poste.

L'échec de l'approche de Semmelweis est souvent attribué à son caractère difficile, à son absence de talents politiques, aux particularités de l'organisation de la profession médicale à Vienne, mais aussi à la difficulté de démontrer l'efficacité des nouvelles règles de propreté. Dans certaines maternités, l'imposition de ces règles conduit à une diminution de la fréquence de la fièvre puerpérale mais, dans d'autres

1. Rosenberg 1992.

établissements, l'introduction du lavage systématique des mains avec un désinfectant ne produit pas de résultat[1]. L'échec de Semmelweis contraste fortement avec le succès de Joseph Lister qui, trente ans plus tard, impose le principe de l'antisepsie aux chirurgiens. La différence principale entre ces deux médecins réside dans le fait que Lister s'appuie sur les travaux de Louis Pasteur concernant l'origine bactérienne de l'infection des plaies et sur des recherches montrant l'efficacité de la désinfection dans l'élimination des bactéries. Ces travaux légitiment la démarche de Lister et permettent d'expliquer certains échecs occasionnels de l'antisepsie. Lorsque le microbe est devenu un organisme vivant, il est plus facile d'admettre qu'il puisse parfois résister aux substances désinfectantes[2].

L'importance accordée à la théorie microbienne dans la consolidation des règles d'hygiène ne reste pas confinée aux seuls milieux hospitaliers. Dès les années 1880, des articles dans la presse populaire et les magazines féminins mettent en avant les dangers liés à la présence de ces microbes invisibles. Dans la sphère domestique, les croyances qui rapprochent souillures physiques et morales, ou qui lient désordre, mauvaises odeurs, maladies et classes dangereuses, sont traduites dans le langage de la microbiologie. Une image typique en émerge : celle de la bonne qui, après une visite dans les quartiers mal famés, rapporte dans ses vêtements des germes qui mettent en danger la famille de sa maîtresse.

La conscience d'une omniprésence des organismes invisibles et dangereux est à l'origine de changements importants dans l'architecture et la décoration intérieure des maisons : les lourdes draperies des rideaux, ainsi que les meubles ornés, sont perçus comme des nids à microbes. La simplification des intérieurs et le passage vers un ameublement dépouillé – rideaux en tulle léger et équipement de cuisine simplifié aux lignes pures – reflètent des changements dans le monde artistique et architectural, mais aussi la volonté de minimiser le danger microbien. Les changements les plus importants ont lieu dans la cuisine et la salle de bains. La volonté de limiter les lieux de multiplication potentielle des micro-organismes et de rendre plus facile le maintien de la propreté donne lieu à des innovations telles l'installation de surfaces de travail en zinc ou en bois traité, l'application de carrelage, la construction de placards aérés ou l'utilisation de glacières. Un des objets les plus emblématiques

1. Aujourd'hui, les spécialistes pensent que la fièvre puerpérale peut être induite soit par des germes venant de l'extérieur, soit par des bactéries déjà présentes dans le corps de la parturiente et qui peuvent passer dans le sang pendant l'accouchement.
2. Bynum 1994 (p. 132-137).

de cette entrée de la science des microbes dans l'espace domestique est la cuvette de WC en porcelaine blanche[1].

Les microbes et la prévention des épidémies

Face à l'épidémie, les hommes ont développé, depuis l'Antiquité, des pratiques de fuite et d'isolement des malades, qui sont ensuite intégrées aux théories microbiennes. De telles pratiques présupposent, au moins d'une manière diffuse, l'existence de germes invisibles de la maladie, d'entités matérielles qui propagent le mal. Au XIXe siècle, les débats sur le rôle potentiel de telles entités invisibles se cristallisent dans la controverse confrontant les partisans de la contagion – la transmission de la maladie par un contact direct avec le malade – aux partisans de l'infection – la transmission des pathologies par un « air vicié ». L'exemple typique de la maladie contagieuse est la variole, une affection qui ne peut se propager sans un contact direct avec le malade, celui de la maladie infectieuse est la malaria, dont on observe souvent des cas sans contact préalable entre personnes affectées. Les débats entre « contagionnistes » et « infectionnistes » ont des conséquences pratiques non négligeables. Les experts qui soutiennent que la transmission d'une maladie nécessite un contact direct avec une personne malade (ou ses effets personnels) sont en faveur des quarantaines. En revanche, ceux qui soutiennent que de très nombreuses maladies se transmettent par l'air affirment que les quarantaines – une pratique ancienne remise en valeur au XIXe siècle avec l'augmentation du volume du commerce maritime – entravent ce commerce sans empêcher la propagation des épidémies[2].

Les débats sur l'efficacité des quarantaines s'intensifient pendant les épidémies de choléra dit « asiatique », celles de 1831, 1848-1854 et 1869-1871. Ces épidémies jouent un rôle clé dans la formation des attitudes envers les maladies transmissibles en Europe et aux États-Unis. Elles suscitent aussi des investigations du médecin britannique John Snow qui démontre qu'une des sources importantes de la propagation du choléra est l'eau potable[3]. Snow se rend célèbre par son action contre la pompe à eau de Broad Street ; soupçonnant que l'eau distribuée par cette pompe est contaminée par l'infiltration des eaux d'égout, il enlève la manivelle de cette pompe et le nombre de personnes malades dans le voisinage diminue.

1. Tomes 1998.
2. Sur les débats qui ont opposé les partisans de ces deux vues, voir Ackerknecht 1967 (p. 149-163), Delaporte 1990.
3. Rosenberg 1962, Hamlin 1988.

Bien que spectaculaire, cette action n'apporte pas une preuve décisive du lien entre choléra et contamination de l'eau puisqu'il n'est pas exclu que l'épidémie de choléra ait commencé à régresser à Londres *avant* l'intervention de Snow. Les professionnels sont plutôt persuadés par les cartes épidémiologiques produites par Snow qui indiquent une corrélation entre source d'eau potable dans un quartier donné et nombre de cas de choléra.

Les cartes de Snow convainquent les pouvoirs publics que le choléra est transmis par l'eau ; mais elles n'apportent pas la preuve que l'élément dangereux est un micro-organisme vivant. Certains experts adoptent certes cette position, mais de nombreux autres mettent en avant le rôle des « poisons zymotiques » produits par la matière organique en décomposition. Les adeptes des deux théories se mettent toutefois d'accord sur la nécessité d'empêcher la contamination des eaux potables par des substances en décomposition et les déjections humaines et animales, et sur le besoin de vérifier la qualité de l'eau – sans que ce qui fait « une eau potable sûre » soit nécessairement clair. L'avènement de la théorie microbienne ne modifie pas la nature des efforts pour limiter la contamination de l'eau. Ce qu'elle apporte, en revanche, est la possibilité de remplacer l'évaluation subjective de la qualité de l'eau – son odeur, sa couleur, son goût – par une mesure objective : le décompte des bactéries. L'introduction des méthodes quantitatives ne dispense toutefois pas les experts de l'obligation de fixer un seuil de contamination bactérienne à partir duquel l'eau est dite non potable, et elle ne met donc pas fin aux querelles des spécialistes[1].

L'avènement de la théorie bactérienne ne modifie pas non plus radicalement les pratiques visant à limiter la propagation des épidémies : éliminer les ordures, promouvoir le tout-à-l'égout, combattre la « vermine », veiller à la pureté de l'eau potable, interdire la vente des aliments en mauvais état, surveiller la propreté des hôpitaux, limiter le contact avec les personnes malades restent des actions centrales. Le changement le plus important a trait aux moyens de contrôle. Si la science des microbes légitime nombre des pratiques hygiénistes antérieures, elle ouvre sur l'intensification de la surveillance des espaces publics, et celle de la production des aliments et de leur distribution. La recherche de micro-organismes pathogènes rend possibles la quantification des dangers et le suivi de l'efficacité des interventions. Au début du XX^e^ siècle, le laboratoire devient donc un site central de la gestion municipale[2].

1. Bynum 1994 (p. 55-91), Hamlin 1988. Les querelles sur ce sujet sont fortement influencées par des considérations économiques : le coût pour la municipalité d'assurer une qualité « acceptable » de l'eau.
2. Sturdy et Cooter 1998.

Les microbes et la vaccination

Les hygiénistes ont dédié de gros efforts à la protection des collectivités. Mais la science des microbes rend aussi possible la protection des individus par la vaccination. Celle-ci résulte de la « domestication » des micro-organismes pathogènes et de l'utilisation de souches microbiennes modifiées afin de produire une immunité spécifique[1]. La vaccination précède toutefois de soixante ans l'arrivée de la science des micro-organismes, et des pratiques voisines sont développées au Moyen Âge, voire avant.

Le nom « vaccin » provient de « vaccine » (*vaccinia* chez les Anglo-Saxons), une maladie des vaches qui protège les humains contre la variole. Le médecin anglais Edward Jenner observe, à la fin du XVIII^e^ siècle, que les fermières qui traient des vaches ont rarement un visage marqué par la variole – une affection pourtant très fréquente en Europe. Il en conclut que ces femmes, qui souvent attrapent la « vaccine », une affection bénigne qui ressemble à la variole, sont protégées, par la suite, de la variole humaine. En 1796, il teste cette hypothèse sur un jeune garçon, puis sur une vingtaine d'autres personnes, et publie les résultats de ses expériences en 1798[2]. La méthode de Jenner se diffuse alors rapidement et, au début du XIX^e^ siècle, de nombreux gouvernements imposent l'obligation de vaccination.

La vaccination est une adaptation d'une méthode plus ancienne, celle de la « variolisation » – inoculation du liquide des pustules d'un cas supposé léger de variole dans le but de protéger d'une maladie plus grave dans le futur. La variolisation, utilisée dans de nombreux pays d'Orient, est importée en Angleterre par la femme d'un diplomate britannique, Lady Mary Montagu, en 1721[3]. Il s'agit d'une méthode peu sûre : certains enfants « variolisés » meurent après inoculation – et le débat qui s'ensuit se greffe sur l'une des controverses les plus célèbres de l'époque : le rôle du calcul des probabilités en politique, et qui oppose en 1760 à l'Académie des sciences de Paris Jean Le Rond d'Alembert au mathématicien suisse Daniel Bernoulli. Utilisant le calcul des probabilités, ce dernier démontre que la variolisation est une bonne chose dans la mesure où son danger est moindre que celui de la maladie naturelle. Les pères de famille responsables doivent donc varioliser leurs enfants pour leur éviter une maladie

1. Richet 1914 (p. 6).
2. Jenner 1798.
3. Moulin et Chauvin 1981 (p. 65-87).

potentiellement plus grave à l'âge adulte. D'Alembert, quant à lui, avance qu'un tel argument s'applique mal au raisonnement d'un père craignant de se retrouver responsable de la mort de son propre enfant. Il soutient aussi que l'État ne peut pas obliger les citoyens à commettre des actes contraires à leur conviction, même si ces actions peuvent favoriser le bien commun (l'augmentation du nombre de personnes variolisées limite la propagation des épidémies)[1].

Le débat sur le droit de l'État à imposer des interventions visant l'amélioration de la santé des populations revient en force avec le développement de la vaccination jennérienne et les résistances à cette pratique. Il ne s'agit nullement d'une résistance irrationnelle puisque la vaccination est elle-même une pratique à risque. En théorie, la vaccination est moins dangereuse que la variolisation. Mais, au XIX^e siècle, la vaccination se fait de bras à bras, ce qui peut conduire à la transmission d'autres maladies infectieuses, comme la syphilis. À la fin du siècle, le passage à l'immunisation par la pulpe de génisse, puis l'élaboration d'une méthode de conservation de la matière vaccinante dans de la glycérine, atténuent l'opposition à la vaccination et favorisent l'extension de cette pratique.

La diffusion des vaccins préparés par la méthode pasteurienne s'appuie sur la longue expérience de la vaccination antivariolique. Pasteur, qui se réclame de l'héritage de Jenner pour des raisons d'abord tactiques, gomme délibérément les différences fondamentales entre ses vaccins et la vaccination contre la variole[2]. La vaccination pasteurienne repose en effet sur l'un des grands principes de la révolution microbienne, la reconnaissance du caractère spécifique des maladies transmissibles, chacune étant induite par un micro-organisme distinct défini comme cause nécessaire de la maladie. Ainsi, on peut être en contact avec le bacille de la typhoïde sans développer pour autant la maladie du même nom, mais en aucun cas la fièvre typhoïde ne peut se manifester sans la présence de ce bacille spécifique. Ce principe de distinction des maladies – on ne parle plus de « fièvre » mais de « tuberculose » et de « fièvre typhoïde », ni de « diarrhées » mais de « dysenterie » et de « choléra » – est au cœur du développement de la microbiologie en tant que discipline scientifique distincte à partir des années 1880. Il est aussi à l'origine de la préparation des vaccins spécifiques produits grâce à la modification des bactéries pathogènes dans l'univers contrôlé du laboratoire.

La domestication des micro-organismes reste toutefois une entreprise

1. Marks 2005.
2. Moulin 1996.

risquée. L'histoire du vaccin qui rend Pasteur célèbre, le vaccin contre la rage, illustre une telle difficulté. Le récit officiel est très différent de ce que nous savons de la production et de la mise en œuvre du vaccin telles qu'elles apparaissent dans les notes de laboratoire de Pasteur et de ses collaborateurs[1]. En outre, dans le cas de l'enfant Édouard Rouyer, vacciné contre la rage à l'automne 1887 avec un protocole nouveau et peu testé, et qui meurt quelques semaines plus tard, il est de bonnes raisons de penser que les collaborateurs de Pasteur, Roux et Brouardel, ont falsifié les résultats expérimentaux pour exonérer leur maître[2]. Ils ont probablement agi de cette manière par crainte d'un scandale portant un coup d'arrêt à la jeune science des microbes et pouvant avoir des conséquences catastrophiques sur la lutte contre les maladies transmissibles.



Vaccination contre la rage dans le laboratoire de M. Pasteur – le médecin et quelques-uns de ses patients. – Gravure sur bois, 1886.

La vaccination pasteurienne démontre d'une manière éclatante le principe selon lequel un micro-organisme spécifique produit une maladie spécifique. Le principe de la spécificité des causes des maladies est

1. Geison 1995.
2. Caddedu 1996. Caddedu se base sur le témoignage du neveu et assistant de Pasteur, Adrien Loir.

élargi par la suite à des pathologies non transmissibles. Le rôle central du diagnostic dans l'organisation des soins médicaux dérive, dans une importante mesure, du triomphe de la microbiologie[1]. Le constat que chaque maladie transmissible est induite par un micro-organisme spécifique ouvre la voie à une prévention ciblée par la vaccination puis, dans certaines pathologies comme la diphtérie, à un traitement ciblé par un antisérum spécifique. Les pouvoirs politiques saisissent rapidement l'importance pratique et symbolique de la science des microbes[2]. Et les deux principaux centres de développement et d'enseignement de la microbiologie médicale en Europe, l'Institut Pasteur et l'Institut Koch, se développent grâce au soutien massif de l'État[3].

Les microbes et l'économie

La promesse de guérir les maladies grâce à des traitements spécifiques ouvre la voie à l'exploitation économique des acquis de la bactériologie. Robert Koch, initialement peu intéressé par ce qu'on appelle aujourd'hui la « valorisation de la recherche », est tenté par cette voie en 1890. Considéré en Allemagne comme le père de la microbiologie, il annonce dans un congrès médical, en août de cette année, avoir développé un traitement très prometteur contre la tuberculose, à l'époque la maladie infectieuse la plus mortelle parmi les adultes. Koch appelle sa préparation « tuberculine » et refuse d'en révéler la composition. La nouvelle est rapidement relayée par la presse du monde entier. Le ministère de la Santé allemand s'empresse d'attribuer des crédits importants à Koch pour le développement de son innovation. Hélas, le traitement par la tuberculine de Koch s'avère rapidement inefficace et même dangereux. En dépit de la désaffection rapide de la majorité des médecins, la tuberculine ne disparaît toutefois pas entièrement de l'arsenal thérapeutique. Elle a un modeste regain de popularité au début du XX^e siècle, puis trouve une autre application dans un test cutané de présence d'infection par le bacille de la tuberculose. Elle ne retrouvera pourtant jamais son statut de médicament miracle[4].

La tuberculine est la seule entreprise commerciale de Koch, alors que

1. Rosenberg 2002.
2. Dorothy Porter 1999.
3. L'Institut Koch est directement financé par l'État prussien. L'Institut Pasteur est formellement une fondation privée ; dans la pratique, il se développe grâce à un soutien financier important de l'État français. Weindling 1992, Löwy 1994.
4. Gradmann 2009 (p. 89-114).

d'autres pionniers de la microbiologie en Allemagne, Emil Behring et Paul Ehrlich, développent des liens étroits avec l'industrie du médicament. Ce faisant, ils suivent la tradition des chimistes allemands qui combinent fréquemment une carrière universitaire et une carrière industrielle. Behring devient un entrepreneur à succès, et l'établissement qu'il fonde à Marburg, Behringwerke, existe toujours. Si Ehrlich ne se lance pas lui-même dans la production de médicaments, il maintient néanmoins de nombreuses collaborations avec l'industrie pharmaceutique, notamment avec Bayer et Hoechst. Ses travaux les plus importants, comme sa méthode de standardisation du sérum antidiphtérique et, plus tard, l'élaboration du Salvarsan, un médicament contre la syphilis, sont le résultat direct de ces collaborations[1].

Koch commence sa carrière comme médecin généraliste alors que Louis Pasteur, chimiste de formation, s'oriente rapidement vers la science appliquée et devient célèbre grâce à ses travaux sur les maladies des plantes et des vers à soie, le rôle des micro-organismes dans la production du vin et de la bière, et les maladies des animaux domestiques. Pasteur ne s'oppose nullement à l'exploitation économique de ses travaux : il brevette son procédé d'amélioration de la production de la bière, une démarche qui lui attire des critiques (il tire un profit personnel d'une recherche faite avec des fonds publics). Plus tard, Pasteur participe activement à la commercialisation de son vaccin anticharbonneux et espère que l'institut qu'il a fondé en 1888 puisse s'autofinancer grâce aux profits issus de la vente des vaccins et sérums.

L'institut Pasteur devient rapidement un centre de production important. Une annexe de l'Institut Pasteur à Garches se spécialise dans la production du sérum antidiphtérique. Cette production est rapidement rentable : en 1903, la vente de ce sérum rapporte à l'Institut 41 000 francs. Par contre, Pasteur s'oppose au développement des recherches sur les fermentations industrielles à l'Institut Pasteur, souhaitant que ce dernier soit dédié uniquement à la lutte contre les maladies transmissibles.

Son successeur, Émile Duclaux, n'a pas de tels scrupules. Il coordonne la construction d'un Institut de chimie à l'intérieur de l'Institut Pasteur, institut consacré aux recherches sur les fermentations. Les chercheurs de cet institut étudient les procédés utilisés dans la production des aliments (un des chercheurs de l'Institut de chimie est responsable de l'invention du camembert pasteurisé), mais aussi les fermentations industrielles – la production, par des bactéries, de l'acétone utilisé dans la

1. Baümler 1984.

manufacture du caoutchouc synthétique, une substance de grande valeur stratégique[1].

Les microbes et les colonies

Les maladies que favorisent les climats chauds sont un obstacle majeur à la colonisation de certaines régions. Le terme de « maladies tropicales » dénote surtout une distinction spatiale entre les tropiques et les climats tempérés. Cette division spatiale reflète aussi un partage entre peuples dits « civilisés » d'Europe et d'Amérique du Nord, et peuples autochtones « à civiliser ». Les régions tropicales sont décrites comme un monde des extrêmes dans lequel la croissance luxuriante de la nature se transforme en désordre et dégénération. Les excès de la flore et de la faune sous les tropiques – comme les excès du climat tropical – contrastent avec la modération qu'impose la culture dans les régions tempérées. La construction des « tropiques » comme entité à part consolide ainsi la définition d'entités étrangères à la culture et à la société occidentales, et accentue la coïncidence entre les frontières spatiales et culturelles. La virulence des pathogènes sous les tropiques, mise en avant par les experts occidentaux, est perçue comme un reflet de la violence des rapports entre l'homme et la nature, et des rapports entre humains. La violence de la colonisation s'inscrit ainsi dans l'ordre naturel des choses ; elle se présente comme un mal nécessaire pour rationaliser et réglementer le monde chaotique et désorganisé des tropiques. De même, la lutte contre les maladies tropicales devient un élément important de la « mission civilisatrice » occidentale.

Jusqu'à la fin du XIX^e^ siècle, la compréhension des maladies tropicales reste dominée par une vision climatique de la maladie qui associe la maladie à son environnement physique immédiat. Selon cette vision, le seul moyen vraiment efficace de rendre les tropiques habitables pour l'homme blanc consiste en une acclimatation graduelle des colons, un processus lent et à l'issue incertaine. En attendant, les pouvoirs coloniaux introduisent des mesures d'hygiène visant à limiter les dégâts produits par les maladies tropicales. Ces mesures sont inspirées par la vision zymotique de la maladie et par la conviction que l'humidité et la chaleur des tropiques, ainsi que la densité de population dans certaines zones, favorisent la concentration des émanations nocives. Par voie de conséquence, les pouvoirs coloniaux recommandent de porter l'eau à ébullition

1. Bud 1993, Löwy 1994.

avant de la boire, d'éliminer les ordures, de lutter contre l'« infestation » par les insectes, de ventiler les locaux, d'isoler les malades et de veiller à leur propreté, de placer les quartiers des colons et les camps militaires dans des régions montagneuses, connues pour leur air plus pur et plus frais, et enfin de maintenir, autant que possible, une distance physique entre les colonisateurs et les autochtones. Ces mesures sont efficaces : entre 1850 et 1890, le taux de mortalité des soldats britanniques stationnés en Inde passe de 5 à 1,6 %. Mais elles ne mettent pas fin à la conception selon laquelle l'homme blanc ne serait pas adapté à la vie dans les régions tropicales[1].

À la fin du XIX^e siècle, la vision pessimiste de l'incompatibilité fondamentale entre le corps des colons et le climat des tropiques est bouleversée par les théories microbiennes. Dans les régions chaudes, ces théories sont couplées à la compréhension du rôle des vecteurs invertébrés dans la transmission des pathologies tropicales. Grâce à ces théories, il devient possible de dissocier les deux entités « tropiques » et « maladies tropicales », et de développer des interventions sanitaires plus efficaces. Entre 1898 et 1900, l'armée américaine stationnée à Cuba tente sans succès d'arrêter l'épidémie de fièvre jaune à La Havane par des méthodes hygiéniques classiques : purification de l'eau, élimination des déchets, extermination de la « vermine ». Entre 1900 et 1902 les chercheurs mettent en évidence la transmission de cette maladie par le moustique *Stegomyia*. Dès lors, il devient possible d'instaurer des mesures préventives spécifiques – l'élimination de ces moustiques et de leurs larves –, ce qui met fin à l'épidémie de fièvre jaune de La Havane. Par la suite, des mesures anti-*Stegomyia* rendent possible la construction du canal de Panamá[2]. De même, la description du rôle du moustique *Anopheles* dans la transmission de la malaria favorise des interventions propres (destruction des moustiques et utilisation de moustiquaires) qui limitent la diffusion de cette pathologie[3].

Le développement de la science des microbes amorce un tournant dans le fonctionnement des conférences sanitaires internationales. À l'origine de ces conférences – la première a lieu en 1851 – se trouve l'aspiration à contrôler les épidémies de choléra. Jusqu'à la fin du XIX^e siècle, ces conférences n'ont qu'un rôle consultatif. Les délégués débattent des modalités de contrôle du commerce maritime mais leurs divergences profondes au sujet de l'efficacité des moyens préventifs leur interdisent de se mettre

1. Curtin 1989.
2. Espinosa 2009.
3. Curtin 1985.

d'accord. La description des micro-organismes responsables des maladies spécifiques permet de centrer les débats sur des moyens précis susceptibles d'arrêter la propagation de ces micro-organismes. Les délégués à la Conférence sanitaire internationale de Rome en 1885 débattent longuement des propriétés du bacille du choléra récemment isolé. Pendant la conférence suivante, celle de Venise, en 1892, les délégués réussissent pour la première fois à faire ratifier une convention sanitaire internationale par l'ensemble des participants. Cette convention remplace la mise en quarantaine par la surveillance des bateaux, l'isolement des malades et la désinfection des navires et de leurs marchandises. La description du rôle du moustique dans la transmission de la fièvre jaune joue de même un rôle de premier plan dans la création du Bureau d'hygiène panaméricain (PAHO) fondé en 1903 sous la tutelle des États-Unis – ce qui contribue au renforcement du contrôle nord-américain sur l'Amérique latine[1]. La science des microbes n'est donc pas seulement une manière de faire de la politique par d'autres moyens : elle est aussi une forme spécifique d'intervention politique.

Une technologie de l'espoir

Un des traits principaux de la « révolution microbienne » est sa forte visibilité. La microbiologie suit la trajectoire habituelle d'un champ scientifique nouveau : développement de méthodes de recherche innovantes, filières de formation spécialisées, chaires universitaires, journaux professionnels, congrès internationaux. Il s'agit toutefois d'une science qui, dès ses origines, a des effets pratiques majeurs et une grande visibilité publique. Le lien fort avec les sciences appliquées est partagé avec d'autres disciplines scientifiques comme la chimie. En revanche, la forte présence de la science des microbes dans la presse et l'imaginaire populaires est un phénomène unique[2].

Les pères officiels de la microbiologie, Pasteur et Koch, ont des stratégies de communication très efficaces. La démonstration publique de l'action du vaccin anticharbonneux à Pouilly-le-Fort, des reportages illustrés sur la vaccination antirabique du jeune Joseph Meister (puis sur des personnes venues des quatre coins du monde pour se faire vacciner dans le laboratoire de Pasteur), l'énorme publicité faite à la tuberculine de Koch, la souscription populaire organisée par le journal *Le Figaro* pour

1. Jones 1975.
2. Latour 1984.

promouvoir la production du sérum antidiphtérique – tous ces développements contribuent fortement à la popularisation des « miracles de la science des microbes[1] ».

À la fin du XIXe siècle, le microbe devient ainsi omniprésent dans la société. Les classes les plus éduquées se mettent à lire des ouvrages sur les nouveaux développements scientifiques, les écoliers apprennent à se laver les mains avant de manger, les femmes bourgeoises rénovent leurs cuisines et salles de bains et achètent des produits désinfectants – tout en obligeant leurs bonnes à changer d'habitudes. Les lecteurs de la presse à sensation, nourris d'articles sur les guérisons miraculeuses, participent à la diffusion des nouveaux savoirs. Des activités ordinaires – aérer sa chambre à coucher, maintenir sa propreté corporelle, bien préparer sa nourriture – sont érigées en autant de rappels permanents de l'omniprésence des microbes[2].

Le terme de « révolution microbienne » ne renvoie toutefois pas, en général, à la transformation de l'espace domestique ou à l'éducation pour la santé, mais à un changement décisif quant à la capacité de prévenir et traiter les maladies transmissibles. Au début du XXe siècle, la perception d'un tel changement repose bien plus sur les espoirs soulevés par le développement de la microbiologie que sur ses acquis. Certes, la science des microbes a des effets concrets sur le contrôle des maladies animales et humaines. Elle favorise la généralisation de l'isolement des malades comme la diffusion de l'antisepsie. Celle-ci permet de diminuer les taux d'infections postopératoires, une meilleure surveillance de l'eau potable et des denrées alimentaires, ce qui réduit la propagation des pathologies intestinales. Mais ces pratiques sont, dans une grande mesure, fondées sur des recommandations faites par les hygiénistes bien avant l'avènement de la science des microbes[3].

En revanche, les approches qui n'auraient pu voir le jour sans la science des microbes – la vaccination et la sérothérapie – n'ont eu initialement qu'une valeur pratique limitée. L'importance du vaccin contre la rage est avant tout symbolique puisque la rage est une maladie rare ; les premières vaccinations contre le choléra ne sont pas concluantes ; le sérum antidiphtérique est de toute vraisemblance efficace mais il s'agit d'un produit difficile à calibrer et qui produit des effets secondaires souvent graves ; les tentatives pour développer des sérums pour d'autres maladies infectieuses n'aboutissent pas ; et la tuberculine de Koch est un échec, nous

1. Morange (dir.) 1991.
2. Tomes 1998.
3. Murard et Zylberman 1986.

l'avons dit. D'ailleurs, le philosophe de la médecine polonais Biernacki met en lumière, en 1898, le fossé qui sépare la croissance rapide d'un savoir sur les causes des maladies transmissibles, et le progrès très lent du traitement de ces maladies[1].

Au début du XX^e siècle, la science des microbes est avant tout une technologie de l'espoir. Il s'agit d'une promesse séduisante : apprivoiser les organismes invisibles, les mettre au service des humains, mettre fin à leur pouvoir maléfique et aux souffrances qu'ils engendrent. Richet déclame ainsi, au printemps 1914 :

> Mais voyons l'ennemi,
> Il est là, végétant dans ces flacons de verre,
> Timide, obéissant, pacifique, endormi ! […]
> Donc tenant en ses mains le mal qui le décime,
> L'homme est enfin le maître ! Il n'est plus la victime[2] !

Écrits à la veille des hécatombes produites par la fièvre typhoïde, le typhus et la fièvre des tranchées pendant la Première Guerre mondiale, puis par la « grippe espagnole » – la pandémie la plus mortelle depuis la peste noire –, ces vers reflètent l'optimisme scientifique et le volontarisme technique du « long XIX^e siècle ».

Références bibliographiques

Ackerknecht Erwin Heinz, 1967, *Medicine at the Paris Hospital (1794-1848)*, Baltimore (MD), Johns Hopkins University Press.

Baümler Ernst, 1984, *Paul Ehrlich, Scientist for Life*, New York, Holmes & Meier.

Biernacki Edmund, 1990 [1898], « L'essence et les limites du savoir médical », reproduit *in* Ilana Löwy (dir.), *The Polish School of Philosophy of Medicine*, Dordrecht, Kluwer, p. 49-67.

Bud Robert, 1993, *The Uses of Life : A History of Biotechnology*, Cambridge, Cambridge University Press.

Bynum William, 1994, *Science and Practice of Medicine in the Nineteenth Century*, Cambridge, Cambridge University Press.

Caddedu Antonio, 1996, « Aux origines de la vaccination pasteurienne », *in* Anne-Marie Moulin (dir.), *L'Aventure de la vaccination*, Paris, Fayard, p. 168-184.

Curtin Philip D., 1985, « Medical Knowledge and Urban Planning in Tropical Africa », *The American Historical Review*, vol. 90, n° 3, p. 594-613.

– 1989, *Death by Migration : Europe's Encounter with the Tropical World in the Nineteenth Century*, Cambridge, Cambridge University Press.

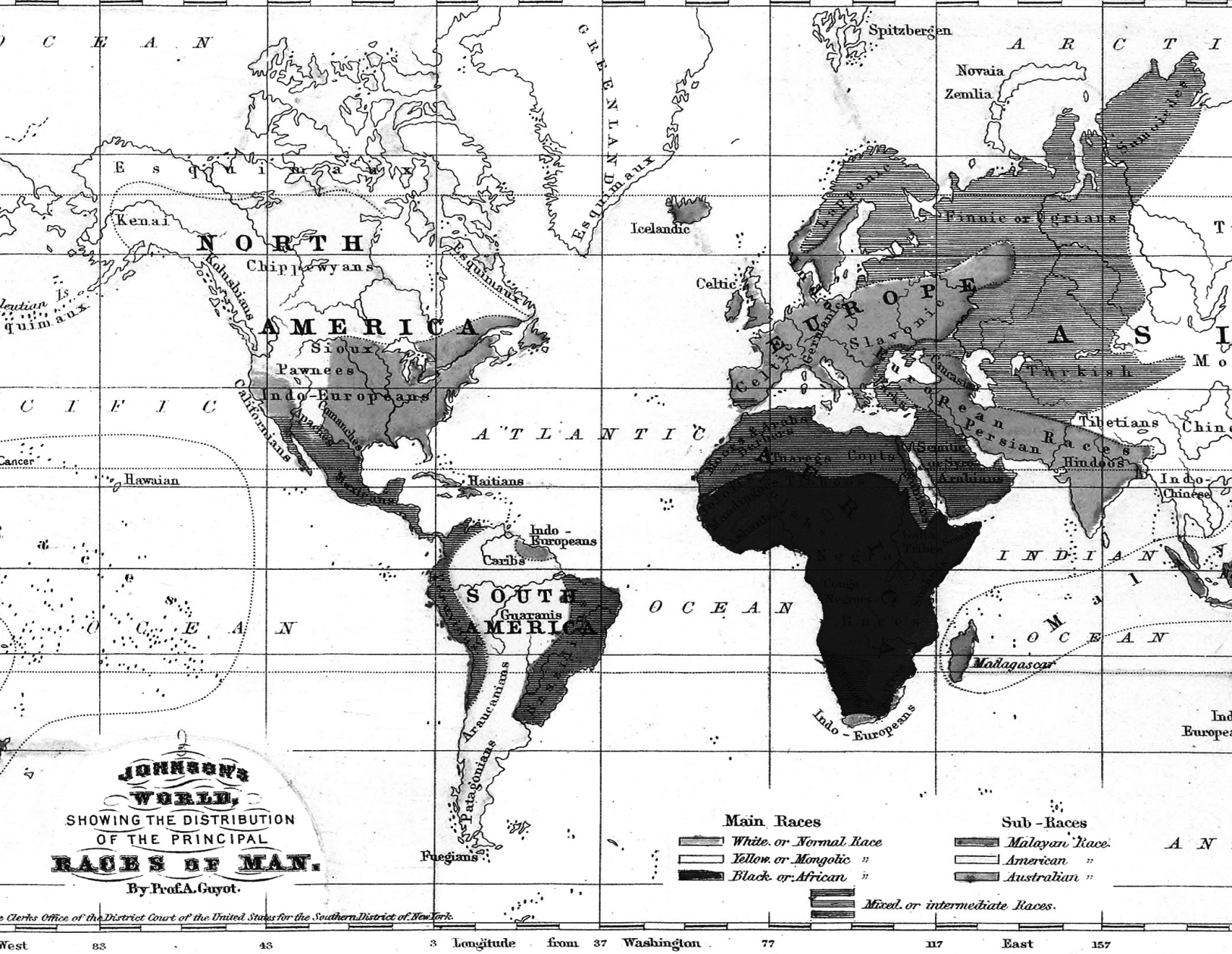
1. Biernacki 1990 [1898] (p. 56). Biernacki n'a pas prévu qu'au XX^e siècle les chercheurs vont élaborer des médicaments capables de tuer sélectivement les micro-organismes sans détruire les cellules hôtes.
2. Richet 1914 (p. 5).

Delaporte François, 1990, *Le Savoir de la maladie. Essai sur le choléra de 1832 à Paris*, Paris, PUF.
Espinosa Mariola, 2009, *Epidemic Invasions : Yellow Fever and the Limits of Cuban Independence (1878-1930)*, Chicago (IL), University of Chicago Press.
Geison Gerald, 1995, *The Private Science of Louis Pasteur*, Princeton, Princeton University Press.
Gradmann Christoph, 2009, *Laboratory Disease : Robert Koch's Medical Bacteriology*, Baltimore (MD), Johns Hopkins University Press.
Hamlin Christopher, 1988, « Politics and Germ Theories in Victorian Britain : The Metropolitan Water Commissions of 1867-1869 and 1892-1893 », *in* Roy MacLeod (dir.), *Government and Expertise : Specialists, Administrators and Professionals (1860-1919)*, Cambridge, Cambridge University Press, p. 110-127.
Jenner Eduard, 1798, *An Inquiry into the Causes and Effects of the Variole Vaccine*, Londres, Samson Low.
Jones Norman Howard, 1975, *Les Bases scientifiques des conférences sanitaires internationales*, Genève, OMS.
Latour Bruno, 1984, *Les Microbes : guerre et paix*, Paris, Anne-Marie Métailié.
Löwy Ilana, 1994, « On Hybridization, Networks and New Disciplines : The Pasteur Institute and the Development of Microbiology in France », *Studies in History and Philosophy of Sciences*, vol. 25, nº 5, p. 655-688.
Marks Harry M., 2005, « When the State Counts Lives : Eighteenth-Century Quarrels over Inoculation », *in* Gérard Jorland, Annick Opinel et George Weisz (dir.), *Body Counts : Medical Quantification in Historical and Sociological Perspectives*, Montréal, McGill-Queen's University Press, p. 51-64.
Mendelsohn Andrew J., 1996, *Cultures of Bacteriology : Formation and Transformation of a Science in France and Germany (1870-1914)*, thèse de doctorat, université de Princeton.
Morange Michel (dir.), 1991, *L'Institut Pasteur. Contributions à son histoire*, Paris, La Découverte.
Moulin Anne-Marie, 1996, « La métaphore vaccine », *in* Anne-Marie Moulin (dir.), *L'Aventure de la vaccination*, Paris, Fayard, p. 125-142.
Moulin Anne-Marie et Chauvin Pierre, 1981, *L'Islam au péril des femmes. Une Anglaise en Turquie au XVII^e siècle*, Paris, Maspero.
Murard Lion et Zylberman Patrick, 1986, *L'Hygiène dans la République. La santé publique en France ou l'utopie contrariée (1870-1918)*, Paris, Fayard.
Porter Dorothy, 1999, *Health, Civilization and the State : A History of Public Health from Ancient to Modern Times*, Londres, Routledge.
Porter Roy, 1999, *The Greatest Benefit to Mankind*, Londres, Fontana Press.
Richet Charles, 1914, *La Gloire de Pasteur*, Paris, Académie des sciences.
Rosenberg Charles, 1962, *The Cholera Years : The United States in 1832, 1849 and 1866*, Chicago (IL), University of Chicago Press.
– 1992, « Florence Nightingale on Contagion : The Hospital as a Moral Universe », *in* Charles E. Rosenberg, *Explaining Epidemics and Other Studies in the History of Medicine*, New York, Cambridge University Press, p. 90-108.
– 2002, « The Tyrany of Diagnosis : Specific Entities and Individual Experience », *The Milbank Quarterly*, vol. 80, nº 2, p. 237-260.
Shapin Steven, 1996, *The Scientific Revolution*, Chicago (IL), University of Chicago Press.
Sturdy Steve et Cooter Roger, 1998, « Science, Scientific Management, and the

Transformation of Medicine in Britain (*ca*. 1870-1950) », *History of Science*, vol. 36, p. 421-466.

Tomes Nancy, 1998, *The Gospel of Germs : Men, Women and the Microbe in American Life*, Cambridge (MA), Harvard University Press.

Weindling Paul, 1992, « Scientific Elites and Laboratory Organization in fin de siècle Paris and Berlin : The Pasteur Institute and Robert Koch's Institute for Infectious Diseases Compared », *in* Andrew Cunningham et Perry William (dir.), *The Laboratory Revolution in Medicine*, Cambridge, Cambridge University Press, p. 170-188.



e Clerks Office of the District Court of the United States for the Southern District of New York.

11 Mondialisation, évolution et science raciale

BRONWEN DOUGLAS

Ce chapitre, consacré à l'histoire de la science raciale moderne ou « raciologie », est construit autour de deux thématiques majeures. De nature empirique, la première concerne la « mondialisation » et ses effets. Il s'agit de montrer comment ce phénomène, qui met en rapport Européens et non-Européens et intensifie les réseaux transnationaux de scientifiques, permet dans le même mouvement l'essor de la colonisation et de la racialisation du reste du globe. Le second axe, davantage conceptuel, analyse le cheminement de la notion d'évolution entendue ici comme la généalogie d'idées touchant au développement et la transmutation sous l'effet d'une croissance forte de savoirs géologique, physiologique, anatomique, social et anthropologique. Les exemples employés ici seront principalement français, britanniques et allemands.

La mondialisation

La mondialisation est définie par Robertson comme « la compression du monde et l'intensification de sa conscience propre en tant que monde » ; cette idée est souvent entendue comme une conséquence de l'histoire du XX^e^ siècle, mais constitue en réalité un processus se déroulant depuis plus de deux mille ans[1]. La mondialisation peut schématiquement se diviser en quatre phases. Nous nous centrerons sur les deuxième et troisième phases qui ont en commun l'expansion de la connaissance géographique et les mutations de la pensée européenne sur les différences entre humains, et finalement sur le concept de race.

1. Robertson 1992 (p. 6-8).

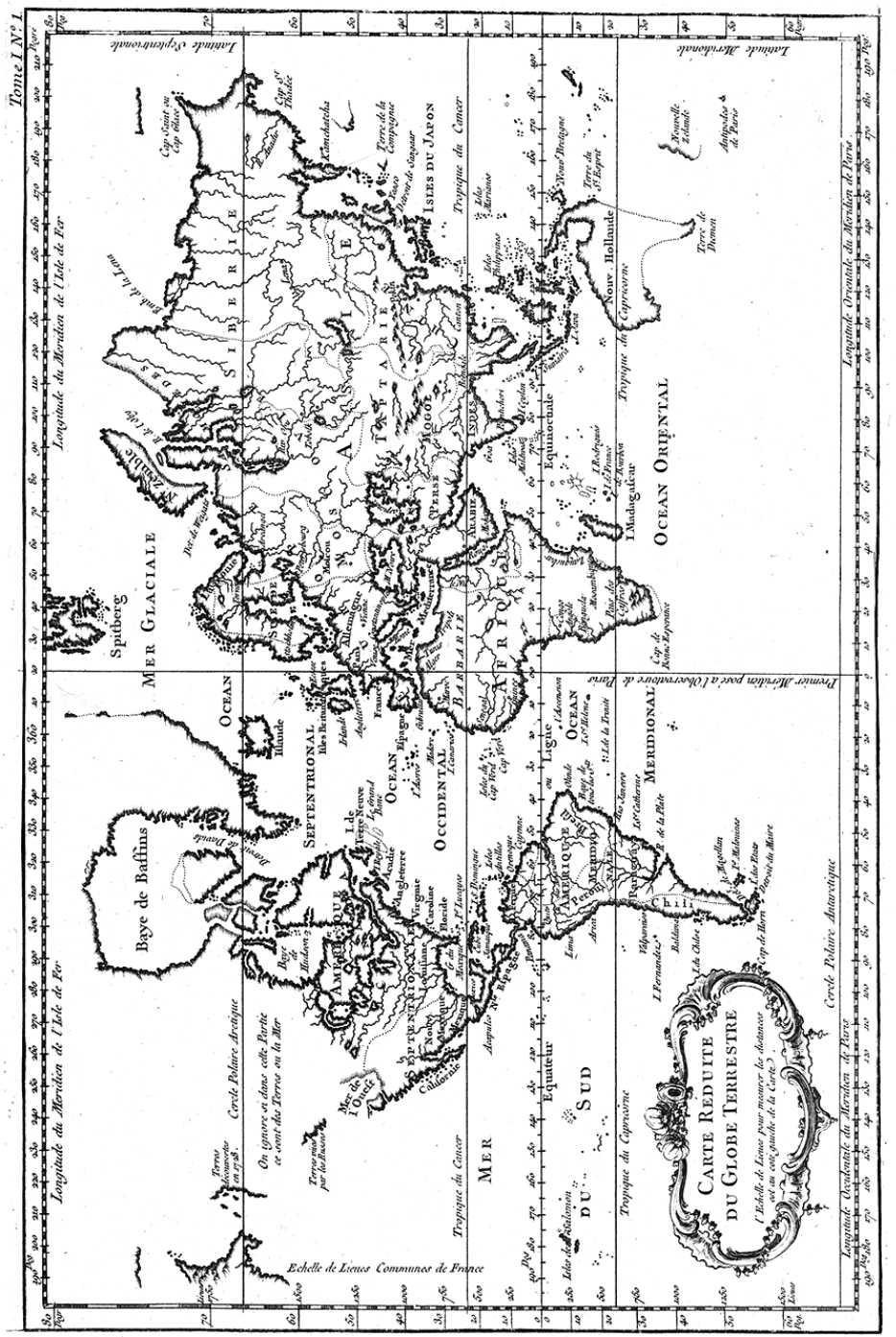
◀ La différence raciale cartographiée. – Arnold Henri Guyot, « Johnson's World, Showing the Distribution of the Principal Races of Man », 1884.

Au cours de la première phase, de nouveaux repères spatiaux émergent suite aux grandes navigations ibériques du XV^e^ siècle qui s'aventurent bien au-delà de la vieille Europe. Durant la deuxième phase, à partir de 1750, l'essentiel du globe est progressivement cartographié par les expéditions scientifiques et commerciales. Le troisième temps, à partir de 1850, est marqué par l'apparition de forts antagonismes impériaux et coloniaux et l'annexion de zones toujours plus vastes par les nations européennes, les États-Unis et le Japon. La quatrième période – ou phase postcoloniale –, consécutive à la Seconde Guerre mondiale, s'éloigne des problématiques du présent texte. En partant de l'histoire cartographique et en faisant une synecdoque du processus plus large de la mondialisation, j'entends démontrer la progression des connaissances et de la racialisation du globe durant la deuxième phase, et de l'expansion coloniale durant la troisième.

Lors de la première phase, la rencontre avec les peuples amérindiens et d'Afrique subsaharienne remet en question l'ancien paradigme européen d'une universalité de l'humain[1]. Jusqu'à la fin du XVIII^e^ siècle, les différences corporelles sont généralement perçues comme un produit superficiel des humeurs individuelles et des effets du climat, du mode de vie ou de la religion sur une seule et même race issue du couple biblique (même si ces populations sont inégalement civilisées)[2]. Toutefois, à partir de la seconde moitié du XVI^e^ siècle, l'engagement croissant des Européens dans la traite des Noirs en Afrique de l'Ouest entraîne la substantialisation péjorative de l'adjectif ibérique *negro*. Ce mot devient un synonyme paneuropéen pour le nom « Africain » et sous-entend dorénavant des idées de paganisme, d'arriération, de laideur, d'infériorité et de domination par autrui[3].

Dès le début de la deuxième phase de la mondialisation, à partir de 1750, le grand naturaliste Buffon systématise l'idée ancienne d'une détermination climatique des caractéristiques corporelles de l'être humain. Pour lui, l'émergence de « variétés dans l'espèce humaine » découle d'un processus de « dégénération » [*sic*] qui résulte de l'impact du climat, des régimes alimentaires et du milieu de vie sur une espèce migrante. Les différences de forme et de tempérament ne sont donc qu'externes et temporaires[4]. La mappemonde de Bellin de 1764 représente (de manière imparfaite) les extrémités côtières du monde connu des Européens. Son rendu exclusivement géographique, plutôt qu'ethnographique, relègue l'océan Pacifique à un espace quasi vide, entouré de rares littoraux, et le Sud à un vide absolu, encore inconnu, la *Terra Australis incognita* (les

1. Pagden 1982.
2. Douglas 2014 (chap. 1 et 2), Wheeler 2000 (p. 2-38).
3. Boxer 1963 (p. 40), OUP 2013 (« Negro »).
4. Buffon 1749 (p. 447-448), 1766 (p. 311 et 313), 1777 (p. 478).



Cette carte, géographique plutôt qu'ethnographique, illustre les limites du savoir européen du monde au milieu du XVIII[e] siècle. – Jacques-Nicolas Bellin, « Carte réduite du globe terrestre », 1764.

« terres australes inconnues »), territoires longtemps imaginés mais encore recherchés. Le tracé ambitieux des cours d'eau ne saurait masquer l'ignorance quasi complète des intérieurs de l'Asie, de l'Afrique et du continent américain[1].

En trois décennies, les grandes expéditions scientifiques de l'époque des Lumières réussissent largement à combler les lacunes cartographiques pour les îles du Pacifique et les zones côtières au-delà des régions polaires. L'héritage empirique de ces découvertes met doublement au défi la théorie des climats. D'une part, l'aspect apparemment uniforme des Américains à la peau « cuivrée-rouge » et aux « longs cheveux raides », indépendamment des zones climatiques, remet en cause l'idée que la couleur de peau est une simple conséquence du climat[2]. D'autre part, l'observation d'une cohabitation entre « nègres de la race des Papous » et de « Malais jaunes » sous divers climats des îles des mers du Sud force à la même conclusion[3]. Alors que la causalité « environnementale » de Buffon faisait de la géographie et du niveau de civilisation les moteurs primaires de la diversité humaine, Kant réinterprète le terme généalogique – jusque-là insignifiant – de « race » comme une catégorie taxonomique signifiant des différences « héréditaires » stables et irréversibles entre des animaux appartenant à une « seule souche[4] ». Blumenbach classe initialement l'humanité en quatre ou cinq « variétés », déterminées en grande partie par le climat et le mode de vie, avant de populariser les critères de l'hérédité « inévitable et nécessaire » de Kant, reformulant ses cinq variétés comme « principales races[5] ».

À partir de la fin du XVIII^e siècle, le présupposé ancien d'une similitude humaine fondamentale est bousculé par la conception d'une inégalité raciale essentielle, développée notamment par les naturalistes français[6]. Ainsi, leur chef de file Cuvier voit l'inégalité comme un produit invariable et mesurable de l'organisation physique interne, en particulier de la taille du cerveau : une « loi cruelle », écrit-il, « semble avoir condamné à une éternelle infériorité les races à crâne déprimé et comprimé ». Sur cette base, il établit une typologie de l'humanité en trois races « éminemment distinctes » classées en fonction de leur « beauté » respective : « la caucasique, à laquelle nous appartenons, se distingue par la beauté de l'ovale que forme sa tête » ; « la mongolique se reconnaît à […] son visage

1. Bellin 1764.
2. White 1799 (p. 106-109).
3. Virey 1817 (p. 263).
4. Kant 1777 (p. 128-129).
5. Blumenbach 1776 (p. 41-43), 1779 (p. 63-64), 1797 (p. 23 et 60-63).
6. Blanckaert 2003, Douglas 2008.

plat, à ses yeux étroits et obliques » ; enfin, la race « éthiopique » se caractérise par le teint « noir », le « crâne comprimé », le « nez écrasé », et les « grosses lèvres », qui « la rapprochent manifestement des singes[1] ». Ce mélange de raisonnements par syllogismes et de « fierté de race » est typique de la raciologie émergente.

Entre les partisans et les opposants de la doctrine – d'ailleurs hérétique – d'une humanité originellement plurielle s'élève rapidement un conflit connu, dans les années 1850, comme la querelle des « polygénistes » et des « monogénistes[2] ». Buffon, Kant et Blumenbach ont par exemple tous trois tenté de résoudre scientifiquement l'énigme de la diversité humaine tout en défendant le principe orthodoxe d'unité humaine contre des remises en cause philosophiques. Vers 1800, certains anatomistes et zoologistes avancent ouvertement que le genre humain est originellement sous-divisé en espèces morphologiquement distinctes[3]. En France, des taxonomies influentes avançant l'existence d'espèces humaines multiples, souvent séparées selon leur « centre de création », sont publiées au milieu des années 1820[4]. Le polygénisme s'associe normalement à un racialisme sévère. Au contraire, quelques scientifiques monogénistes s'opposent à l'emploi du terme de « race », au nombre desquels Prichard et Alexander von Humboldt, marqués respectivement par l'influence évangélique et l'expérience de nombreux voyages[5]. Toutefois, le langage commun n'échappe pas à la progression du paradigme d'une différence humaine essentielle, alors que la plupart des naturalistes monogénistes eux-mêmes mélangent croyance dans l'unité de l'homme d'une part, penchants pour la craniométrie, la permanence et l'inégalité des races d'autre part[6]. En 1850, la race comme catégorie biologique est fermement implantée dans la représentation de l'humain en Europe de l'Ouest, aux Amériques, ainsi que dans les colonies européennes. Les marqueurs physiques de différences collectives et héréditaires sont autant de prétendues preuves d'une hiérarchie permanente entre les races ; dans le même temps, ce terme de « race » devient aussi un concept abstrait, raccourci sémantique pour introduire un système global de pensée, comme l'illustre la maxime de Knox : « La race est tout[7]. »

L'émergence puis la normalisation de la raciologie se développent sur une toile de fond historique complexe. Un trop-plein d'informations sur les

1. Cuvier 1817*a* (vol. 1, p. 94-100), 1817*b* (p. 273).
2. Gliddon 1857 (p. 402 et 428-431).
3. Virey 1800, White 1799.
4. Bory de Saint-Vincent 1825, Desmoulins 1826 (p. 335).
5. Humboldt 1845 (p. 378-386), Prichard 1833, Stocking 1973.
6. Douglas 2008 (p. 44-58).
7. Knox 1850 (p. 7).

peuples « non blancs » se déverse sur des disciplines nouvelles comme la biologie et l'anthropologie, traitant l'humain comme n'importe quel objet naturel. Dans la sphère publique, les références répétées à la violence des indigènes envers les Européens suscitent une atmosphère de peur et de répulsion envers ces « sauvages ». Le débat autour de l'esclavagisme voit l'affrontement des arguments moraux en tout point opposés sur l'humanité des « nègres ». L'idéologie colonialiste est à la recherche de nouveaux arguments philosophiques pour fonder la répression ou la domination des peuples indigènes. Politiquement, la Révolution française déclenche une vague de « peur du sauvage » dans le pays comme à l'étranger, alors que son épilogue réactionnaire sert à dépeindre les conflits internes comme l'opposition raciale entre « Gaulois » et « Francs ». Knox observe (et Prichard lui donne malheureusement raison) que la « guerre des races » en Europe continentale et en Irlande autour de 1848 permet d'installer ce terme dans un usage quotidien[1].

Quelques cartes ethnographiques paraissent à partir des années 1760. Toutefois, dès la fin des années 1820, ces cartes se multiplient, et la race devient un élément clé de la cartographie euro-américaine. Ainsi, dans une nouvelle classification géographique des îles du Pacifique, le navigateur-naturaliste Dumont d'Urville formule le néologisme, explicitement racial, de « Mélanésie » (du grec *melas*, « noir »), afin de désigner la région sud-ouest, « comme elle est la patrie de la race noire océanienne ». Ces connotations raciales péjoratives sont patentes dans sa description des « Mélanésiens » – « véritables indigènes » de l'Océanie, ne possédant ni gouvernement, ni loi, ni religion, ils sont « hideux » d'apparence et « bien inférieurs » aux prétendus conquérants « appartenant à la race jaune ou cuivrée ». Pourtant, la hiérarchie raciale globale proposée par Dumont d'Urville classe tous les insulaires du Pacifique, désignés « noirs » ou « jaunes », bien au-dessous de la race « blanche ». Selon lui, une « loi de la nature » résultant de « différences organiques » dans les « facultés intellectuelles » des diverses races dicte très simplement que « la noire dut obéir » à la jaune « ou disparaître », alors que la race blanche « dut dominer, même quand elle se trouvait bien inférieure sous le rapport numérique[2] ». Cette formule connaît une popularité croissante dans le cadre de l'expansion globale de l'Europe colonisatrice et forme la matrice de son extension à venir vers les régions non encore colonisées.

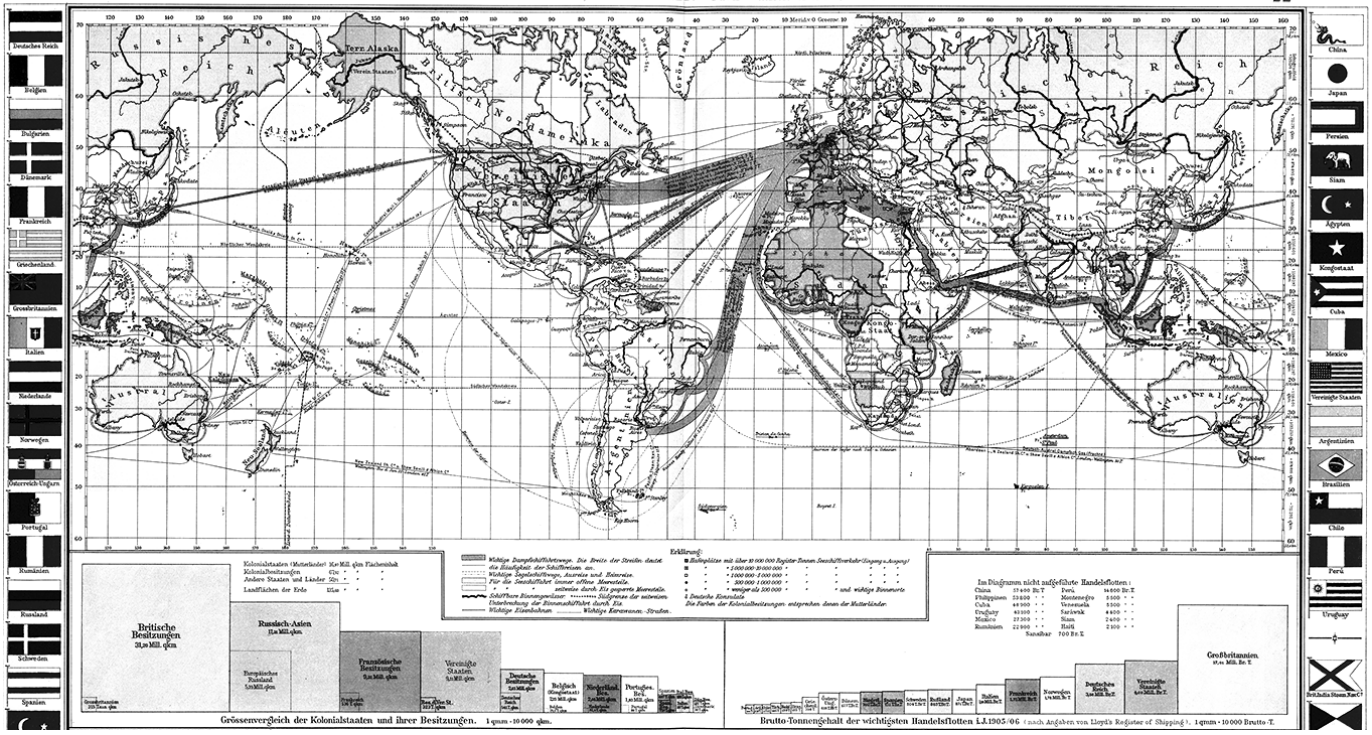
À partir de 1850 et la troisième phase de la mondialisation, une nouvelle façon d'établir la démarcation du monde apparaît dans la cartographie

1. Knox 1850 (p. 13), Prichard 1850 (p. 147).
2. Dumont d'Urville 1832.

européenne : c'est le début de l'absorption des nomenclatures géoraciales par celles qui mettent en évidence les rivalités coloniales globales. Mes deux exemples, l'Afrique et l'Océanie (définie comme « racialement mixte »), sont les cibles principales de l'intense effort colonial européen à partir de 1880, et les évolutions qui en résultent apparaissent clairement en comparant les cartes successives de l'Océanie dans l'*Atlas classique et universel* d'Andriveau-Goujon. De 1835 à 1850, des lignes hachées colorées divisent les régions raciales inventées par Dumont d'Urville, alors que la légende résume sa « division de l'Océanie par peuples », y compris son mélange des « places » avec les « races » et son opinion déclarée que les habitants de la Mélanésie sont des « peuples misérables, féroces et stupides ». Ironiquement, et puisque les foyers coloniaux demeurent visiblement marginaux et fort exigus, cette racialisation arrogante de l'Océanie confirme son contrôle par les indigènes[1]. Cette carte est toutefois supplantée en 1854 par une autre version qui amoindrit les noms et les frontières raciaux et remplace la légende racialiste par celle désignant les « colonies européennes[2] ».

Dans une perspective mondiale, la mappemonde contenue dans l'*Atlas* d'Andriveau-Goujon de 1850 divise le globe en cinq segments géographiques non subdivisés en races[3]. Une carte similaire dans l'*Allgemeiner Handatlas* de 1856 explique le procédé dans une légende. Aucune n'évoque les colonies d'Europe. Toutefois, l'atlas allemand contient une carte de l'Océanie qui juxtapose les « possessions et colonies européennes » avec les « populations autochtones » non colonisées, composées de trois « souches » raciales[4]. Cet équilibre au milieu du siècle entre espace, race et colonies ne dure pas. En une décennie, les revendications coloniales européennes dominent les cartes régionales comme mondiales. Le *Geographischer Atlas* de Ziegler base sa « Carte coloniale et commerciale » sur une division rigide entre « possessions européennes », « ex-possessions européennes » (dans les Amériques) et un nombre diminué d'« États non européens ». Sa carte d'Afrique y est vide de toute annotation, sans mention de races, et ne dispose que de fins rubans de couleur pour désigner les quelques comptoirs et possessions des Européens ou des Turcs. Pour l'Océanie, races et colonies sont dissociées : d'une part, des rayures vertes et marron dénotent un clivage indigène en « race olivâtre » et « race noire » ; d'autre part, des aplats côtiers illustrent les possessions coloniales des immigrants persuadés de leur supériorité raciale et de leur droit à gouverner[5].

1. Andriveau-Goujon 1835 et 1850 (cliché 36).
2. Andriveau-Goujon 1854.
3. Andriveau-Goujon 1850 (cliché 13).
4. Kiepert 1856.
5. Ziegler 1864.



La revendication coloniale euro-américaine en carte au début du XX^e siècle.
Richard Andree, « Weltverkehr, Kolonien und Handelsflotten », 1906.

En 1914, la revendication coloniale euro-américaine sur la plupart du globe se déduit facilement des vastes blocs monochromes symbolisant la domination impériale – même si elle est très surestimée au regard du contrôle territorial réel. L'*Allgemeiner Handatlas* d'Andree présente une carte détaillée des « Trafic, colonies et flottes marchandes du monde », entourée par 44 drapeaux de nations – presque tous euro-américaines – ainsi que leurs empires et leurs compagnies maritimes. Un graphique montre qu'un peu plus de la moitié des terres mondiales sont des « possessions coloniales », dont la moitié est britannique et presque aucune japonaise. Cet atlas relègue les « peuples » du monde à une très petite carte. La carte politique de l'Afrique diffère grandement de celle de Ziegler puisque le continent est à présent presque entièrement divisé selon un puzzle impérial, à l'exception du Sahara ; la même observation peut être faite pour les « îles du Grand Océan » (Pacifique), incluant l'Australie[1].

Chaque étape de la mondialisation est indubitablement un produit d'initiatives impériales. Toutefois, les autochtones n'y jouent pas simplement le rôle de victimes passives face à des forces militaires et scientifiques immensément supérieures, même dans les situations de colonisation les plus intenses. De nombreux dirigeants locaux coopèrent ainsi avec les autorités coloniales qui affirment le plus souvent leur pouvoir à l'aide d'intermédiaires locaux capables d'assurer le lien auprès des populations, d'effectuer les tâches de police ou d'administration. La présence européenne autorise – et souvent impose – le voyage de populations indigènes à travers le monde – en tant qu'esclaves, guides, marins, marchands, missionnaires, femmes, travailleurs, soldats ou étudiants. Sur plus de cinq siècles, l'expansion des réseaux transnationaux a facilité l'acquisition et l'échange d'informations et de collections anthropologiques, alors que la rencontre avec les non-Européens encourage les savants à conceptualiser les différences humaines. Durant le XIX^e^ siècle, cette pensée s'est sédimentée dans la pensée « raciale », fournissant par là même une base idéologique ambiguë au colonialisme et à la formation des identités impériales et de celles des colonisés[2].

Évolution

La section précédente montre la mondialisation de la production de savoir anthropologique et géographique et ses représentations

1. Andree 1906.
2. Ballantyne 2002, Staum 2003, Stoler et Cooper 1997, Thomas 1994.

cartographiques en insistant sur l'importance empirique des contacts hors des régions métropoles. La liaison intellectuelle entre science et mondialisation est également évidente à partir du milieu du XVIII^e siècle, avec l'émergence des idées de « développement social » et d'« évolution ». Je me concentrerai ici sur deux courants d'idées entremêlés possédant chacun des aspects « raciologiques ». Premièrement, les théories philosophiques de l'avancement civique et économique par étapes, dénommées par la suite évolution sociale ou culturelle ; puis les théories biologiques de la transmutation des espèces, qui seront finalement dénommées théorie de l'évolution. L'importance des expériences outre-mer y est cruciale puisque les principaux défenseurs de Darwin (Darwin lui-même, mais aussi Wallace, Huxley et Hooker) ont été profondément influencés, empiriquement et conceptuellement, par des voyages en Amérique du Sud et en Océanie.

À partir de 1750, l'instabilité en France et les changements rapides en Écosse incitent les théoriciens « civils » à rechercher les origines de la société. Ceux-ci universalisent la corrélation, établie par Montesquieu, entre les pratiques de subsistance et la complexité du « Code de Loix » qui forme une échelle de progrès, du « rudimentaire à la civilisation ». À son tour, ce processus est historicisé par les « états distincts et successifs de l'humanité » vers « l'âge du commerce », à travers les « chasseurs », les « pasteurs » et les « agriculteurs[1] ». Cette théorie en stades successifs insiste particulièrement sur l'agriculture, cruciale pour l'émergence de la société civile. Mais l'association ethnocentrique entre civilisation et pratiques particulières de l'agriculture conduit également à nier l'histoire de populations indigènes vivantes qui ont des modes de vie différents[2]. Les termes de « race » et de « civilisation » acquièrent leur signification moderne autour de 1800. La relation historique mouvementée de ces termes montre bien le changement de paradigme, de la croyance générale dans la méliorabilité de tous (même de « l'homme brut et sauvage ») vers un pessimisme croissant quant à la capacité de progrès ou même de survie de certaines races[3]. En s'appropriant la théorie des stades ou les concepts d'évolution, la raciologie cimente les hiérarchies coloniales et raciales, niant ainsi la capacité de la plupart des races non européennes à atteindre un niveau européen de civilisation.

Le terme d'« évolution » est appliqué aux processus sociaux par Comte en tant qu'« évolution sociale » et par Spencer comme « évolution de

1. Ferguson 1767 (p. 2), Montesquieu 1749 (vol. 2, p. 90), Smith 1978 (p. 14), Turgot 1808 (p. 172-182).
2. Ferguson 1767 (p. 122-124), Fabian 1983.
3. Brosses 1756 (vol. 2, p. 347), Stocking 1968 (p. 35-36), Williams 1985 (p. 57-60 et 248-250).

l'organisme social »[1]. Un siècle plus tôt, les épigénésistes comme les préformationnistes usent de ce même mot pour avancer différentes explications du développement de l'embryon. La vue épigénétique est finalement confirmée par Baer, pour qui l'évolution embryologique implique une complexité croissante de la structure[2]. Cet usage embryologique demeure l'emploi dominant du mot jusqu'en 1860, lorsque Spencer différencie le développement embryologique de l'évolution des espèces, ce que Darwin désignait comme une « descendance avec modification par sélection naturelle[3] ».

Le concept d'espèce est le principal champ de bataille entre les versions téléologiques, surnaturelles et naturelles de l'origine et de la transformation des phénomènes physiques et organiques. La définition moderne de l'espèce peut être attribuée à Ray, qui caractérise l'espèce comme le produit stable d'une création originale, puis de sa propagation ultérieure[4]. De Ray à Darwin et au-delà, les définitions scientifiques des espèces fluctuent entre les principes de fixité, de progression, de création et de transmutation. En France, Buffon professe l'idée traditionnelle selon laquelle les espèces sont originales et éternelles, en soulignant ainsi que la formation de nouvelles espèces est « une chose impossible à la Nature ». Toutefois, il reconnaît par la suite que les espèces animales « peuvent se réduire à un assez petit nombre de familles ou souches principales, desquelles il n'est pas impossible que toutes les autres soient issues[5] ». La théorie transmutationniste de Lamarck, quant à elle, fait des espèces le produit instable de générations spontanées : « formées successivement » par la nature selon une « progression » des animaux des « plus simples » aux « plus parfaits », les espèces s'adaptent aux circonstances à travers un long temps géologique. Deux « lois naturelles » expliquent comment toute altération « dans les circonstances où se trouve chaque race d'animaux » suscite de « nouveaux besoins et, par suite, d'autres habitudes », ce qui peut à son tour modifier leur forme : la première loi postule que les organes sont renforcés ou affaiblis par leur usage (ou non-usage) ; la seconde, que l'acquisition ou la perte individuelle de caractères est transmise d'une génération à l'autre[6]. Geoffroy Saint-Hilaire admire le travail de Lamarck mais refuse quant à lui le concept de complexification progressive, notant que « le milieu ambiant » demeure la source principale de transmutation

1. Comte 1839 (en particulier p. 623-736), [Spencer] 1857 (p. 456).
2. Baer 1828-1837, Bowler 1975, Canguilhem *et al.* 2003.
3. Darwin 1859 (p. 459), Spencer 1864 (p. 133).
4. Ray 1686 (p. 40) et 1691 (p. 221).
5. Buffon 1753 (p. 377-390) et 1766 (p. 358).
6. Lamarck 1809 (vol. 1, p. 62-75, 132-133, 233-240 et 266-271 ; vol. 2, p. 61-90).

par le déclenchement de changements embryologiques héritables[1]. Ce transformisme « philosophique » pose un problème sérieux à Cuvier et à son adhésion positiviste aux « faits », menaçant le fondement de la théorie sur la fixité des espèces « depuis l'origine des choses ». Le corollaire de cette thèse est que des catastrophes globales et répétées ont, dans le passé, causé des extinctions de masse d'espèces. Lamarck conteste fortement cette proposition alors que Geoffroy avance que les animaux vivants proviennent « des animaux perdus du monde antédiluvien[2] ». La dénonciation forte de Lamarck par Cuvier, le traitant de matérialiste spéculatif, et son acrimonieux débat public avec Geoffroy Saint-Hilaire en 1830, font de la conception fixiste l'opinion dominante, reléguant le transformisme aux marges de la pensée pour plusieurs décennies[3], chez les polygénistes comme les monogénistes.

En Grande-Bretagne, où les téléologies du *design* et de la création spéciale sont largement répandues, les principes transmutationnistes sont rejetés (tout autant que débattus) avant (comme après) leur énonciation publique par Spencer, Darwin et Wallace entre 1852 et 1859. Prichard défend la fixité des espèces, qualifiant d'« absurde » l'idée transformiste selon laquelle « hommes et crapauds descendent des mêmes parents originels[4] ». Partageant le même souci de la « dignité de l'homme », la lecture combative de Lamarck par Lyell le conduit à un refus ferme du « développement progressif de la vie organique », même au sens admis par la théologie naturelle. Il réfute le transformisme de Lamarck, affirmant que « le système du monde naturel est uniforme depuis les origines ». Hormis la création spéciale récente de l'homme, toutes les espèces sont créées simultanément avec « des attributs et une organisation » définitifs. Paradoxalement, Lyell lie une explication téléologique des origines de l'homme et un récit naturaliste du monde inorganique qui inspire Darwin et Wallace[5]. Contrastant fortement avec ces propositions, Spencer affirme sa position en faveur de la transmutation dans deux essais anonymes de 1852. Le premier rejette toutes les formes spéciales de création en faveur de la « théorie de Lamarck », renommée « théorie de l'évolution » en 1858. L'« hypothèse développementaliste » de Spencer réunit l'évolution embryologique et la transmutation spécifique comme « génériquement identiques », n'ayant pour dissemblance que « la durée et

1. Geoffroy Saint-Hilaire 1828 et 1833.
2. Cuvier 1812 et 1817*a* (vol. 1, p. xx-xxi et 19-20), Geoffroy Saint-Hilaire 1828 et 1833 (p. 74), Lamarck 1809 (vol. 1, p. 75-81).
3. Appel 1987 (p. 202-237), Rudwick 1997 (p. 82-83, 99, 168 et 179).
4. Prichard 1829 (p. 227).
5. Lyell 1830-1833 (vol. 1, p. 144-166 ; vol. 2, p. 18-65) ; voir Bartholomew 1973.

la complexité ». Le second essai retravaille le pessimisme démographique malthusien en faveur d'un argument utopique selon lequel la « pression démographique » permet *in fine* de stimuler l'émergence d'une « forme supérieure d'humanité ». Cet ouvrage envisage pour la première fois l'idée d'une sélection naturelle au sens lamarckien en ce qui concerne les hommes : « l'exercice continu des facultés » afin de combattre la pression démographique, et la « mort » de ceux qui échouent – tels sont les deux mécanismes qui permettent « un progrès constant vers un niveau plus élevé de talent, d'intelligence et d'autorégulation[1] ».

Par ces considérations, trop brèves, j'ai seulement souhaité illustrer la gamme des positions sur la fixité ou la transmutation des espèces au cours du siècle précédant l'idée révolutionnaire de Darwin d'une « mutabilité » à travers « la préservation et l'accumulation de légères variations favorables successives[2] ». Durant son voyage sur l'*HMS Beagle* (1831-1836), Darwin observe fossiles et espèces nouveaux d'Amérique et d'Océanie dont les caractères adaptatifs mettent en échec l'alternative de Lyell entre migration et extinction[3]. Darwin amorce dès 1838 la longue gestation de son idée de sélection naturelle, après la lecture de l'*Essay on Population* de Malthus[4]. Wallace, lui-même influencé par Malthus et Lyell, force Darwin à publier *On the Origin of Species* deux décennies plus tard, motivé par une révélation fiévreuse qu'il a eue dans l'archipel malais : au cours de la « lutte pour l'existence », « la plus adaptée » des espèces survit, alors que « la plus faible et donc moins parfaitement organisée ne peut que succomber[5] ».

L'ambivalence française envers le transformisme dure jusqu'aux années 1860, notamment dans l'anthropologie polygéniste fortement anthropométrique dont le chef de file est Broca. Après avoir longtemps soutenu que les espèces sont fixes, il se rallie formellement au principe de « l'évolution des formes organiques » en 1870 mais selon une déclinaison qu'il nomme « *transformisme polygénique* » pour insister sur l'idée que les êtres vivants ont « des origines multiples […] multiples aussi dans leurs formes primordiales[6] ». Comme la plupart des savants français, Broca tient à souligner la longue généalogie française du darwinisme, remontant au moins jusqu'à Lamarck. Son disciple Topinard, transformiste convaincu, intitule la théorie « *la sélection naturelle par la lutte pour l'existence,*

1. [Spencer] 1852*a* et 1852*b* (p. 498-501), Spencer 1858 (p. 389).
2. Darwin 1859 (p. 480).
3. Darwin 1859, Lyell 1830-1833 (vol. 2, p. 23 et 173-175).
4. Malthus 1826.
5. Darwin et Wallace 1858 (p. 56-57).
6. Broca 1858-1859 (p. 434-441) et 1870 (p. 170 et 190-193, italiques originales).

appliquée au transformisme de Lamarck[1] ». Même en Grande-Bretagne, la contribution lamarckienne à Darwin, et ses omissions à ce sujet, sont dûment notées. Acceptant non sans rancœur la transmutation en 1868, Lyell conclut que Darwin a prouvé que Lamarck « avait probablement raison[2] ». Spencer salue de même « la vérité évidente » de la sélection naturelle au sein de la « doctrine générale de l'évolution », mais note que Darwin sous-estime « les modifications acquises fonctionnellement » (c'est-à-dire ce que Lamarck dénomme « le produit de l'emploi ou du défaut d'usage » des organes), pourtant cruciales dans les changements d'organismes complexes tels que l'homme[3]. Le darwinisme est popularisé par l'auteur allemand Haeckel (très prolifique et largement traduit), qui synthétise les idées de Darwin, Lamarck et Geoffroy – notamment en une théorie de la récapitulation ontogénétique de la phylogénie. Le transformisme de Haeckel divise ainsi l'humanité en dix ou douze espèces distribuées selon deux « séries » : l'une, « aux cheveux laineux », « plus proche des singes », dont descend l'ensemble des humains, et qui appartient à « un stade de développement très inférieur » à l'autre, caractérisée par les cheveux « raides »[4].

Conclusion

Autour des années 1850, la pensée de la race et du développement en « stades » est profondément implantée dans les esprits. Ce raisonnement sous-tend la description d'un futur sombre pour les races « inférieures », et cela aussi bien dans les discours populaires que religieux ou scientifiques, parmi les philanthropes comme chez les racialistes, les monogénistes comme chez les polygénistes. Prichard considère la « destruction » raciale comme la conséquence inévitable de la rencontre entre tribus « simples » et « les nations plus civilisées et agricoles ». Knox pense que « les races noires » sont « condamnées à la destruction et l'extermination » du fait de leur « infériorité » physique et psychologique, puisqu'elles demeurent dans l'incapacité de « devenir civilisées ». Broca déclare pour sa part qu'il est « incontestable » que certaines races américaines ainsi que « toutes les races noires » d'Océanie « disparaîtront prochainement[5] ».

1. Broca 1870 (p. 170-185 et 218-239), Quatrefages 1870 (p. 19-74), Topinard 1876 (p. 547-564, italiques originales).
2. Lyell 1868 (p. 492).
3. Spencer 1864 (p. 445, 449, 455 et 457) ; voir aussi Lamarck 1809 (vol. 1, p. 239).
4. Haeckel 1866 (vol. 2, p. 148-170 et 300), 1868 (p. 511-520) et 1870 (p. 603-617).
5. Broca 1859-1860 (p. 612, note 1), Knox 1850 (p. 145-191), Prichard 1839 (p. 497).

Ces *a priori* et pronostics empiriques semblent validés scientifiquement par l'application à l'homme de la théorie de Darwin qui fait de certains déclins démographiques spécifiques une loi universelle[1]. Wallace prédit initialement que la « loi d'airain » de Darwin signifiera « l'extinction inévitable » des « populations inférieures et mentalement sous-développées » par les « supérieures » en Europe, en Amérique et dans les antipodes[2]. Darwin considère empiriquement et théoriquement que la lutte pour l'existence ne peut que provoquer la destitution des « races inférieures ». Darwin relate ainsi le souvenir d'une rencontre avec un groupe d'« aborigènes noirs » en Nouvelle-Galles du Sud en 1839, qui lui fait maudire le « pouvoir mystérieux » selon lequel « partout où chemine l'Européen, la mort semble poursuivre l'aborigène », « le plus fort éliminant toujours le plus faible ». Dans *The Descent of Man* (1871), Darwin systématise cette pensée en tant que « principe de l'évolution », selon lequel « les races sauvages » sont positionnées plus proches des « singes anthropomorphes » que des « races civilisées » qui vont bientôt « détruire et remplacer » les sauvages ainsi que les anthropoïdes[3].

Se basant sur un raisonnement « stadial », Haeckel avance en 1868 que « les peuples civilisés les plus développés » – c'est-à-dire « la branche indo-germanique » de « l'espèce caucasienne » – ont surpassé tous les autres par « un progrès immense et continu ». Il y ajoute une coda darwinienne, affirmant que la race dominante doit « tôt ou tard conquérir et supplanter » la plupart des autres espèces dans le cadre de la lutte pour l'existence : d'ores et déjà, les peuples américains, les Polynésiens et les « Alfurus » du sud-ouest de l'Océanie s'approchent d'une « extinction définitive ». Deux ans plus tard, Haeckel renforce sa position : la race indo-germanique, de par son « cerveau plus hautement développé », a devancé toutes les autres races et espèces et étend son « dominion sur le globe entier » ; et il ajoute les Papous et les Hottentots à sa liste des espèces quasi éteintes[4].

Véritablement populaire à son époque, Spencer est vilipendé à partir du milieu du XX^e siècle comme promoteur du « darwinisme social », un terme-valise désignant l'application supposée des lois biologiques darwiniennes aux affaires humaines, économiques et sociales – en particulier dans le cadre de l'eugénisme et du nazisme[5]. Spencer se trouve alors accusé d'étendre l'« évolution », le « progrès organique » et les principes du laisser-faire dans tous les domaines, de la cosmologie et la biologie à la

1. Brantlinger 2003, McGregor 1997.
2. Wallace 1864 (p. CLXIV-CLXV).
3. Darwin 1839 (p. 519-520) et 1871 (vol. 1, p. 169, 200-201 et 238-240).
4. Haeckel 1868 (p. 520), 1870 (p. 618).
5. Hodgson 2004, Weikart 2009.

société, au gouvernement, aux manufactures, au commerce, au langage, à la littérature, à la science et à l'art[1]. Malgré l'application par Darwin lui-même de la sélection naturelle aux humains, son penchant pour l'idéologie du laisser-faire et sa défense de « l'importance » de la colonisation britannique « pour l'histoire future du monde[2] », sa perspective biologique plus étroite le maintient largement hors de cause. À l'inverse, la vision utopique du futur de l'humanité de Spencer (que Darwin ne partage pas) ne le sauve pas de son péché propre : l'invention de l'expression « survie du plus fort », synonyme de sélection naturelle. Cependant, Spencer nuance son empreinte sur l'intellect et l'esthétique des humains, bien plus que Darwin[3]. En outre, Darwin et Lyell eux-mêmes adoptent, par la suite, le terme de Spencer[4].

L'inspiration darwinienne de l'eugénisme est patente, surtout dans les contributions fondamentales de son cousin Galton, et dans la position théorique du mouvement visant à appliquer les principes d'élevage sélectif aux populations humaines[5]. L'importance de l'évolution biologique est bien moins marquée dans les théories de l'évolution socioculturelle telles que proposées à la fin du XIX^e^ siècle par les successeurs des stadialistes français et écossais. Les sociologues ou anthropologues, de Comte et Spencer à Lubbock, Tylor, Morgan ou Frazer, proposent une gamme de théories postulant un processus de développement progressif et unilinéaire des aspects sociaux, culturels et technologiques, menant tout droit à la civilisation occidentale qu'ils connaissent. Les attitudes envers les « sauvages » vivants varient, mais l'époque coloniale est généralement marquée par la relégation de ceux-ci au bas de l'échelle de l'évolution en tant qu'exemples des premières étapes du progrès humain[6].

Ce chapitre démontre la complicité établie entre plusieurs sciences – histoire naturelle, anatomie comparée, biologie, géographie, cartographie, ethnologie, anthropologie – dans l'effort global de hiérarchisation raciale de l'humanité. Pierre angulaire de la raciologie, ce travail relègue des pans entiers de la population mondiale au stade d'inférieurs, condamnés par nature à l'esclavage, l'exploitation et la domination coloniale, si ce n'est censément destinés à une extinction prochaine aux mains des races supérieures. La qualification de la raciologie en tant que science objective est en permanence démentie par ses hypothèses *a priori*,

1. [Spencer] 1857 (p. 446).
2. Darwin 1885.
3. Spencer 1864 (vol. 2, p. 444-445).
4. Darwin 1868 (vol. 1, p. 6), Lyell 1868 (p. 491).
5. Paul 2003.
6. Stocking 1968 (p. 69-132).

ses catégories spécieuses, sa logique subjective, et les intérêts politiques et économiques qui la soutiennent. Ses méthodes foncièrement contestables s'incarnent dans les techniques ou instruments étranges adoptés pour la mensuration raciale : de la phrénologie à la craniométrie, de l'angle facial à l'index céphalique, du compas courbe au craniographe. D'autres discours – aussi bien sociaux, politiques, populaires que religieux – s'entremêlent avec la raciologie mais ce sont ses prétentions scientifiques qui donnent au concept de race une aura de vérité qui ne s'est pas entièrement dissipée.

Traduit par Pierre Dubouchet

Références bibliographiques

Andree Richard, 1906, « Völker, Religionen, Volksdichte und Wirtschaftsformen », « Weltverkehr, Kolonien und Handelsflotten », « Afrika, politische Übersicht » et « Die Inseln des Groszen Ozeans », in *Andrees Allgemeiner Handatlas*, éd. par Albert Scobel, 5e éd., Bielefeld et Leipzig, Velhagen & Klasing ; clichés 19-20, 21-22, 161-162 et 206-207, David Rumsey Map Collection, < http://www.davidrumsey.com/luna/servlet/view/search?q=Andrees + Allgemeiner + Handatlas & sort > (consulté le 2 avril 2013).

Andriveau-Goujon J., 1835 [1832], « Carte de l'Océanie d'après les dernières découvertes », in *Atlas classique et universel de géographie ancienne et moderne*, Paris, J. Andriveau-Goujon ; cliché 26, National Library of Australia, < http://nla.gov.au/nla.map-t44 > (consulté le 7 avril 2013).

– 1850, « La Terre suivant la projection de Mercator » et « Carte de l'Océanie d'après les dernières découvertes », in *Atlas classique et universel de géographie ancienne et moderne*, nouv. éd., Paris, J. Andriveau-Goujon ; clichés 13 et 36, David Rumsey Map Collection, < http://www.davidrumsey.com/luna/servlet/detail/RUMSEY~8~1~26325~1100385 > et < http://www.davidrumsey.com/luna/servlet/detail/RUMSEY~8~1~26347~1100407 > (consultés le 8 avril 2013).

– 1854, « Océanie », in *Atlas classique et universel de géographie ancienne et moderne*, Paris, J. Andriveau-Goujon ; cliché 36, National Library of Australia, < http://nla.gov.au/nla.map-t47 > (consulté le 8 avril 2013).

Appel Toby A., 1987, *The Cuvier-Geoffroy Debate : French Biology in the Decades before Darwin*, Oxford, Oxford University Press.

Baer Karl Ernst von, 1828-1837, *Uber Entwickelungsgeschichte der Thiere*, Königsberg, Gebrüdern Bornträger, 2 vol.

Ballantyne Tony, 2002, *Orientalism and Race : Aryanism in the British Empire*, Basingstoke, Palgrave.

Bartholomew Michael, 1973, « Lyell and Evolution : An Account of Lyell's Response to the Prospect of an Evolutionary Ancestry for Man », *British Journal for the History of Science*, vol. 6, no 3, p. 261-303.

Bellin Jacques-Nicolas, 1764, « Carte réduite du globe terrestre », in *Le Petit Atlas maritime,* [Paris], s.n., vol. 1 ; cliché 1, David Rumsey Map Collection, < http://www.davidrumsey.com/luna/servlet/detail/RUMSEY~8~1~232594~5509294 > (consulté le 31 mars 2013).

Blanckaert Claude, 2003, « Les conditions d'émergence de la science des races au début du XIXe siècle », *in* Sarga Moussa (dir.), *L'Idée de « race » dans les sciences humaines et la littérature (XVIIIe et XIXe siècle)*, Paris, L'Harmattan, p. 133-149.
Blumenbach Johann Friedrich, 1776, *De generis humani varietate nativa*, Göttingen, A. Vandenhoeck.
– 1779, *Handbuch der Naturgeschichte*, Göttingen, J.C. Dieterich, vol. 1.
– 1797 [1779], *Handbuch der Naturgeschichte*, 5e éd., Göttingen, J.C. Dieterich.
Bory de Saint-Vincent Jean-Baptiste, 1825, « Homme », *in* Jean-Baptiste Bory de Saint-Vincent *et al.*, *Dictionnaire classique d'histoire naturelle*, Paris, Rey & Gravier et Baudouin frères, vol. 8, p. 269-346.
Bowler Peter J., 1975, « The Changing Meaning of "Evolution" », *Journal of the History of Ideas*, vol. 36, no 1, p. 95-114.
Boxer Charles Ralph, 1963, *Race Relations in the Portuguese Colonial Empire (1415-1825)*, Oxford, Clarendon Press.
Brantlinger Patrick, 2003, *Dark Vanishings : Discourse on the Extinction of Primitive Races (1800-1930)*, Ithaca (NY), Cornell University Press.
Broca Paul, 1858-1859, « Mémoire sur l'hybridité en général, sur la distinction des espèces animales et sur les métis obtenus par le croisement du lièvre et du lapin », *Journal de la physiologie de l'homme et des animaux*, no 1, p. 433-471 et 684-729 ; no 2, p. 218-258 et 345-396.
– 1859-1860, « Des phénomènes d'hybridité dans le genre humain », *Journal de la physiologie de l'homme et des animaux*, no 2, p. 601-625 ; no 3, p. 392-439.
– 1870, « Sur le transformisme », *Bulletins de la Société d'anthropologie de Paris*, 2e série, no 5, p. 168-239.
Brosses Charles de, 1756, *Histoire des navigations aux terres australes*, Paris, Durand, 2 vol.
Buffon Georges-Louis Leclerc, comte de, 1749, « Histoire naturelle de l'homme : variétés dans l'espèce humaine », *in* Buffon, *Histoire naturelle, générale et particulière*, Paris, Imprimerie royale, vol. 3, p. 371-530.
– 1753, « L'asne », *in* Buffon, *Histoire naturelle, générale et particulière*, Paris, Imprimerie royale, vol. 4, p. 377-403.
– 1766, « De la dégénération des animaux », *in* Buffon, *Histoire naturelle, générale et particulière*, Paris, Imprimerie royale, vol. 14, p. 311-374.
– 1777, *Histoire naturelle, générale et particulière : supplément*, vol. 4, *Servant de suite à l'histoire naturelle de l'homme*, Paris, Imprimerie royale.
Canguilhem Georges *et al.*, 2003 [1962], *Du développement à l'évolution au XIXe siècle*, Paris, PUF, coll. « Quadrige ».
Comte Auguste, 1839, *Cours de philosophie positive*, Paris, Bachelier, vol. 4.
Cuvier Georges, 1812, « Discours préliminaire », *in* Georges Cuvier, *Recherches sur les ossements fossiles de quadrupèdes*, Paris, Deterville, vol. 1, p. 1-116.
– 1817*a*, *Le Règne animal distribué d'après son organisation*, Paris, Deterville, 4 vol.
– 1817*b*, « Extrait d'observations faites sur le cadavre d'une femme connue à Paris et à Londres sous le nom de Vénus hottentotte », *Mémoires du Muséum d'histoire naturelle*, vol. 3, p. 259-274.
Darwin Charles, 1839, *Narrative of the Surveying Voyages of His Majesty's Ships « Adventure » and « Beagle »*, t. 3 : *Journal and Remarks (1832-1836)*, Londres, H. Colburn.
– 1859, *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*, Londres, J. Murray.

– 1868, *The Variation of Animals and Plants under Domestication*, Londres, J. Murray, 2 vol.
– 1871, *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex*, Londres, J. Murray, 2 vol.
– 1885, « Charles Darwin to G.A. Gaskell, 15 novembre 1878 », *in* Jane Hume Clapperton, *Scientific Meliorism and the Evolution of Happiness*, Londres, Kegan Paul, Trench & Co., p. 340-341.

Darwin Charles et Wallace Alfred Russel, 1858, « On the Tendency of Species to Form Varieties ; and on the Perpetuation of Varieties and Species by Natural Means of Selection », *Journal of the Proceedings of the Linnean Society of London : Zoology*, vol. 3, p. 45-62.

Desmoulins Louis-Antoine, 1826, *Histoire naturelle des races humaines*, Paris, Méquignon-Marvis.

Douglas Bronwen, 2008, « Climate to Crania : Science and the Racialization of Human Difference », *in* Bronwen Douglas et Chris Ballard (dir.), *Foreign Bodies : Oceania and the Science of Race (1750-1940)*, Canberra, ANU E Press, p. 33-96, < http://epress.anu.edu.au/foreign_bodies/pdf/ch01.pdf > .
– 2014, *Science, Voyages, and Encounters in Oceania (1511-1850)*, Basingstoke, Palgrave Macmillan.

Dumont d'Urville Jules, 1832, « Sur les îles du grand Océan », *Bulletin de la Société de géographie*, vol. 17, p. 1-21.

Fabian Johannes, 1983, *Time and the Other : How Anthropology Makes Its Object*, New York, Columbia University Press.

Ferguson Adam, 1767, *An Essay on the History of Civil Society*, Édimbourg, A. Millar & T. Cadell.

Geoffroy Saint-Hilaire Étienne, 1828, « Mémoire où l'on se propose de rechercher dans quels rapports de structure organique et de parenté sont entre eux les animaux des âges historiques, et vivant actuellement, et les espèces antédiluviennes et perdues », *Mémoires du Muséum d'histoire naturelle*, vol. 17, p. 211-229.
– 1833, « Quatrième mémoire […] sur le degré d'influence du monde ambiant pour modifier les formes animales », *Mémoires de l'Académie royale des sciences de l'Institut de France*, vol. 12, p. 63-92.

Gliddon George Robins, 1857, « The Monogenists and the Polygenists : Being an Exposition of the Doctrines of Schools Professing to Sustain Dogmatically the Unity or the Diversity of Human Races », *in* Josiah C. Nott et George R. Gliddon (dir.), *Indigenous Races of the Earth*, Philadelphie (PA), J.B. Lippincott, p. 402-602.

Guyot Arnold Henri, 1884, « Johnson's World, Showing the Distribution of the Principal Races of Man », *in* Alvin J. Johnson, *Johnson's New Illustrated Family Atlas of the World*, New York, A.J. Johnson ; cliché 8 (IV), David Rumsey Map Collection, < http://www.davidrumsey.com/luna/servlet/detail/RUMSEY~8~1~207059~300312 > (consulté le 11 mars 2015).

Haeckel Ernst, 1866, *Generelle Morphologie der Organismen. Allgemeine Grundzüge der organischen Formen-Wissenschaft, mechanisch begründet durch die von Charles Darwin reformirte Descendenz-Theorie*, Berlin, G. Reimer, 2 vol.
– 1868, *Natürliche Schöpfungsgeschichte*, Berlin, G. Reimer.
– 1870, *Natürliche Schöpfungsgeschichte*, 2e éd., Berlin, G. Reimer.

Hodgson Geoffrey M., 2004, « Social Darwinism in Anglophone Academic Journals : A Contribution to the History of the Term », *Journal of Historical Sociology*, vol. 17, no 4, p. 428-463.

Humboldt Alexander von, 1845, *Kosmos. Entwurf einer physischen Weltbeschreibung*, Stuttgart et Tübingen, J.G. Cottascher Verlag, vol. 1.
Kant Immanuel, 1777, « Von den verschiedenen Racen der Menschen », *in* Johann Jakob Engel (dir.), *Der Philosoph für die Welt*, Leipzig, Dyk, vol. 2, p. 125-164.
Kiepert Heinrich, 1856, « Erdkarte in Mercators Projection » et « Australien », in *Allgemeiner Handatlas der Erde und des Himmels*, Weimar, Geographisches Institut ; David Rumsey Map Collection, < http://www.davidrumsey.com/luna/servlet/detail/RUMSEY~8~1~24733~940066 > et < http://www.davidrumsey.com/luna/servlet/detail/RUMSEY~8~1~24797~960008 > (consultés le 9 avril 2013).
Knox Robert, 1850, *The Races of Men : A Fragment*, Philadelphie (PA), Lea & Blanchard.
Lamarck Jean-Baptiste de Monet de, 1809, *Philosophie zoologique*, Paris, Dentu et l'Auteur, 2 vol.
Lyell Charles, 1830-1833, *Principles of Geology*, Londres, J. Murray, 3 vol.
– 1868, *Principles of Geology*, 10e éd., Londres, J. Murray, vol. 2.
Malthus Thomas Robert, 1826 [1798], *An Essay on the Principle of Population*, 6e éd., Londres, J. Murray, 2 vol.
McGregor Russell, 1997, *Imagined Destinies : Aboriginal Australians and the Doomed Race Theory (1880-1939)*, Carlton, Melbourne University Press.
Montesquieu Charles-Louis de Secondat, baron de, 1749, *De l'esprit des loix*, Genève, Barrillot & Fils, 3 vol.
Oxford University Press (OUP), 2013, *Oxford English Dictionary*, 3e éd., Oxford, Oxford University Press, < http://www.oed.com/ > .
Pagden Anthony, 1982, *The Fall of Natural Man*, Cambridge, Cambridge University Press.
Paul Diane B., 2003, « Darwin, Social Darwinism and Eugenics », *in* Jonathan Hodge et Gregory Radick (dir.), *The Cambridge Companion to Darwin*, Cambridge, Cambridge University Press, p. 214-239.
Prichard James Cowles, 1829, *A Review of the Doctrine of a Vital Principle, as Maintained by Some Writers on Physiology*, Londres, J. & A. Arch.
– 1833, « Abstract of a Comparative Review of Philological and Physical Researches as Applied to the History of the Human Species », in *Report of the First and Second Meetings of the British Association for the Advancement of Science*, Londres, J. Murray, p. 529-544.
– 1839, « On the Extinction of Human Races », *Monthly Chronicle*, vol. 4, p. 495-497.
– 1850, « Anniversary Address for 1848 […] on the Recent Progress of Ethnology », *Journal of the Ethnological Society of London*, vol. 2, p. 119-149.
Quatrefages Armand de, 1870, *Darwin et ses précurseurs français. Étude sur le transformisme*, Paris, G. Baillière.
Ray John, 1686, *Historia plantarum species hactenus editas aliasque insuper multas noviter inventas & descriptas complectens*, Londini, M. Clark, vol. 1.
– 1691, *The Wisdom of God Manifested in the Works of the Creation*, Londres, S. Smith.
Robertson Roland, 1992, *Globalization : Social Theory and Global Culture*, Londres, Sage.
Rudwick Martin J.S., 1997, *Georges Cuvier, Fossil Bones, and Geological Catastrophes*, Chicago (IL), University of Chicago Press.
Smith Adam, 1978, « Report of 1762-1763 », *in* Ronald L. Meek *et al.* (dir.), *Lectures on Jurisprudence*, Oxford, Clarendon Press, p. 1-394.
[Spencer Herbert], 1852*a*, « The Haythorne Papers, No. II : The Development Hypothesis », *Leader*, vol. 3, no 104, p. 280-281.

– 1852*b*, « A Theory of Population, Deduced from the General Law of Animal Fertility », *Westminster Review*, vol. 57, nº 112, p. 468-501.
– 1857, « Progress : Its Law and Cause », *Westminster Review*, vol. 76, nº 132, p. 445-485.
Spencer Herbert, 1858, *Essays : Scientific, Political, and Speculative*, Londres, Longman *et al.*
– 1864, *The Principles of Biology*, Londres, Williams & Norgate, vol. 1.
Staum Martin S., 2003, *Labeling People : French Scholars on Society, Race, and Empire (1815-1848)*, Montréal et Kingston, McGill-Queen's University Press.
Stocking George W., Jr., 1968, *Race, Culture and Evolution : Essays in the History of Anthropology*, New York, Free Press.
– 1973, « From Chronology to Ethnology : James Cowles Prichard and British Anthropology 1800-1850 », *in* George W. Stocking Jr. (dir.), *Researches into the Physical History of Man*, Chicago (IL), University of Chicago Press, p. ix-cx.
Stoler Ann Laura et Cooper Frederick, 1997, « Between Metropole and Colony : Rethinking a Research Agenda », *in* Frederick Cooper et Ann Laura Stoler (dir.), *Tensions of Empire*, Berkeley (CA), University of California Press, p. 1-56.
Thomas Nicholas, 1994, *Colonialism's Culture : Anthropology, Travel and Government*, Carlton, Melbourne University Press.
Topinard Paul, 1876, *L'Anthropologie*, Paris, C. Reinwald.
Turgot Anne-Robert-Jacques, 1808, « Sur la géographie politique », in *Œuvres de Mr. Turgot*, Paris, Imprimerie de Delance, vol. 2, p. 166-208.
Virey Julien-Joseph, 1800, *Histoire naturelle du genre humain*, Paris, F. Dufart, 2 vol.
– 1817, « Homme », *in* Nicolas-Philibert Adelon *et al.*, *Dictionaire des sciences médicales*, Paris, C.L.F. Panckoucke, vol. 21, p. 191-344.
Wallace Alfred Russel, 1864, « The Origin of Human Races and the Antiquity of Man Deduced from the Theory of "Natural Selection" », *Journal of the Anthropological Society of London*, vol. 2, p. clviii-clxxxvii.
Weikart Richard, 2009, « Was Darwin or Spencer the Father of Laissez-faire Social Darwinism ? », *Journal of Economic Behavior and Organization*, vol. 71, p. 20-28.
Wheeler Roxann, 2000, *The Complexion of Race : Categories of Difference in Eighteenth-Century British Culture*, Philadelphie (PA), University of Pennsylvania Press.
White Charles, 1799, *An Account of the Regular Gradation in Man, and in Different Animals and Vegetable*, Londres, C. Dilly.
Williams Raymond, 1985 [1976], *Keywords : A Vocabulary of Culture and Society*, 2e éd., New York, Oxford University Press.
Ziegler Jakob Melchior, 1864, « Handels und Colonial-Karte », « Afrika » et « Oceanien », in *Geographischer Atlas über alle Theile der Erde*, Winterthur, J. Wurster ; clichés [1a], 4 et 7, David Rumsey Map Collection, < http://www.davidrumsey.com/luna/servlet/view/search?QuickSearchA=QuickSearchA & q = Geographischer + Atlas + % C3 % BCber + alle + Theile + der + Erde & sort > (consulté le 9 avril 2013).

TROISIÈME PARTIE

PRODUIRE L'ALTÉRITÉ



12 Boucher de Perthes au travail. Industrie et préhistoire au XIXe siècle

NATHAN SCHLANGER

Cet essai, quelque grossier qu'il soit, n'est donc pas à dédaigner, et cet ouvrier des temps primitifs fut à la fois le premier artiste et le premier industriel. C'est cette période primordiale de l'industrie que nous allons étudier.

Jacques Boucher de Perthes[1]

Prélude. Modernité de la préhistoire

Il existe une photographie, à vrai dire assez unique, qui illustre particulièrement bien l'émergence de l'homme préhistorique comme objet d'étude scientifique au cours du XIXe siècle. Mieux que la plupart des récits disciplinaires qui posent sur ce développement majeur un regard souvent rétrospectif et hagiographique, le cliché en question nous permet d'ancrer la reconnaissance de la haute antiquité de l'homme dans la modernité même de sa découverte. Aux côtés donc de considérations biochronologiques d'ancienneté et de descendance, incarnées par l'homme fossile, et aux côtés de comparaisons évolutionnistes en termes de comportement ou de civilisation, avec l'homme sauvage, il devient possible de mettre l'invention de l'homme préhistorique en rapport avec l'homme actuel, et plus précisément avec le travailleur contemporain.

En arrière-fond domine la figure singulière de Jacques Boucher de Crèvecœur de Perthes (1788-1868). Ce « père » unanimement reconnu de la préhistoire (même si ce n'est peut-être pas à bon escient, nous le verrons) avait prétendu dès les années 1840 trouver dans des sections

1. Boucher de Perthes 1847, p. 14.

◀ « L'ouvrier montre du doigt la hache engagée dans la masse de cailloux. Saint-Acheul. Première hache authentique trouvée dans la carrière 185[9]. » – C. Pinsard, cliché pris pour Joseph Prestwich, 27 avril 1859.

géologiques aux alentours d'Abbeville et d'Amiens des « haches » et des outils de pierre taillée extrêmement anciens, en association avec des ossements d'espèces animales aujourd'hui disparues. En militant pour une époque primordiale, « antédiluvienne », de l'humanité, l'érudit provincial combinait dans ses écrits des considérations archéo-géologiques précoces sur le « gisement » stratigraphique des trouvailles, avec des spéculations débridées autour de la création des êtres, de l'instinct de la nature ou des hiéroglyphes des temps premiers. Ces diverses proclamations n'ont pas vraiment su convaincre les mandarins de la science académique, mais elles ont à la longue attiré l'attention de quelques savants anglais, dont le spécialiste du quaternaire Joseph Prestwich. Accompagné de son collègue, l'antiquaire et numismate John Evans, Prestwich entreprit au printemps 1859 une visite de vérification à Abbeville.

Cette expédition célèbre, qui conduira à la consécration officielle de la haute antiquité de l'homme, est aussi à l'origine de notre photographie. Voici les circonstances de cette prise de vue, comme en témoigne l'architecte Charles Pinsard :

> M. Prestwich était toujours incrédule et pensait que les haches venaient de la surface. Il désirait en voir une en place. Il fut convenu que si les ouvriers en trouvaient une dans la masse du diluvium ils arrêteraient leurs travaux et que j'enverrai une dépêche à M. Prestwich, soit à Abbeville, chez M. Boucher de Perthes, où il devait retourner, soit même à Londres.

Le jour même, les ouvriers préviennent Pinsard qu'une hache est bel et bien visible encastrée dans la tranchée.

> Immédiatement, j'envoie une dépêche à M. Prestwich qui vient de suite par le premier train et qui voit sur place, *in situ*, la hache qu'on m'avait annoncée. Il fut convenu qu'on photographierait la tranchée, d'une part, et la hache sur une plus grande dimension. Cette opération fut faite ; j'en ai conservé un exemplaire ci-contre qui montre le coupé de la carrière et les ouvriers mettant le doigt sur la hache, noyée dans la masse. Puis M. Prestwich détacha avec soin la hache, et n'eut plus de doutes[1].

Parmi toutes les leçons que l'on pourrait en tirer[2], cette photographie nous apporte un éclairage unique sur l'enracinement constitutif de l'homme

1. Pinsard 1999, (p. 252-254).
2. Il y aurait bien sûr tout un développement à faire ici sur l'émergence de l'« objectivité mécanique » dans les sciences de l'observation, et notamment sur le rôle documentaire et démonstratif précoce que joua cette photographie devant la Royal Society et la Société d'anthropologie de Paris. Voir aussi Gamble et Kruszynski 2009, Hurel et Coye 2011, Schlanger 2010, Lewuillon 2008.

préhistorique dans le capitalisme ambiant, avec sa valorisation presque effrénée du travail et de l'industrie. Un ancrage tout d'abord technologique. On sait que les daguerréotypes et les calotypes ont été affinés dès les années 1840 sur des prises de vue archéologiques : en 1859, il devenait possible de prendre des clichés sur le terrain même des faits controversés, avec des temps d'exposition suffisamment courts. L'affaire tout entière, d'ailleurs, se déroule à la vitesse vertigineuse des nouveaux moyens de communication : des bateaux à vapeur fiables et réguliers pour les traversés de la Manche, des chemins de fer qui désormais relient Londres et Paris, mais aussi Boulogne, Abbeville et Amiens, enfin des dépêches télégraphiques qui filent comme l'éclair le long du réseau électromagnétique tout récemment ouvert à l'usage public[1].

Tandis que se raccourcissent dramatiquement les distances et les durées, notre instantané capte aussi divers aspects de l'économie politique contemporaine, tout aussi essentiels à la naissance et à la reconnaissance de la préhistoire. Ainsi, les visiteurs anglais sont d'autant mieux disposés à venir évaluer les propositions de Boucher de Perthes qu'ils ont déjà des intérêts commerciaux sur place : Prestwich dirige encore l'entreprise familiale de négoce en vins de Bordeaux, jusqu'à sa nomination à la chaire de géologie à Oxford en 1874, alors qu'Evans cherche à acquérir en France du chiffon à papier pour la manufacture d'enveloppes de son (futur) beau-père. Tous deux se sentent donc bien aptes à entreprendre un véritable « audit » (pour citer les termes de leurs rapports) sur la réalité de cette époque antédiluvienne controversée, mettant en œuvre une logique comptable, « diligentant des enquêtes », accumulant méticuleusement les « témoignages moraux et collatéraux » telles des pièces à conviction sur l'« acompte » de la vérité scientifique, avant de soumettre leur validation à l'examen – et, avec ce cliché, au regard – des élites savantes londoniennes puis parisiennes.

Cette perspicacité de businessmen se complète d'une logique entrepreneuriale, qui incite à porter attention aux coûts et aux contraintes de la production du savoir. Prestwich, à propos de notre cliché, s'engagea par avance auprès des ouvriers (qui trouveraient une hache taillée et la laisseraient en place en attendant son arrivée) à les « indemniser pour le cas de perte de temps, s'ils ne pouvaient extraire des cailloux sur un autre point [de la carrière][2] ». Evans, pour sa part, offrit à leurs confrères une récompense pour chaque pierre taillée trouvée, transformant ces fragments minéraux jusqu'alors insignifiants en objets de collection,

1. Voir sur ces thèmes Schivelbusch 1986, Gras 1993.
2. Pinsard 1999, (p. 252-254).

mais aussi d'échange, de commerce, puis d'imitation et de fraude. Ainsi se trouvaient intéressés les « ouvriers extracteurs » qui remplissent de gravier leurs brouettes pour la construction de l'infrastructure ferroviaire, exposant au passage des pierres taillées que venait périodiquement récolter Boucher de Perthes lors de ses visites aux chantiers. C'est précisément cette proximité-là qui me semble primordiale, et que je voudrais mettre en avant dans ce chapitre : les liens entre l'ouvrier d'aujourd'hui qui exhume des haches de pierre en travaillant, et l'ouvrier d'antan dont elles étaient les outils.

Milieux et initiatives. Penser le travail contemporain

Retournons donc à notre personnage clé qu'est Boucher de Perthes. Si la reconnaissance de la très haute antiquité de l'homme se généralise à partir des années 1860 – lançant ainsi le champ disciplinaire de l'archéologie paléolithique[1] –, ce n'est pourtant pas à titre de savant ou de naturaliste que Boucher de Perthes a exercé une influence déterminante. Son insistance sur la localisation géostratigraphique des vestiges comme preuve de leur ancienneté s'est certes avérée importante. Mais ce n'est que tardivement, suite au décès prématuré de son collègue le médecin Casimir Picard en 1841, qu'il s'est tourné, en dilettante comme il l'admet lui-même, vers la question de l'homme fossile, dont l'existence a longtemps été niée par Georges Cuvier et ses successeurs catastrophistes. Ni naturaliste, ni érudit, Boucher de Perthes est avant tout un littéraire prolifique, auteur de nombreuses pièces de théâtre, de mémoires, de satires, de poèmes en vers et en prose. Tandis que cette polygraphie impressionnante l'inscrit pleinement dans le courant romantique, Boucher de Perthes est aussi un essayiste attentif au monde qui l'entoure, un penseur éclectique influencé entre autres par Jean-Baptiste Say, Henri de Saint-Simon, Charles Fourier et Michel Chevalier, adepte d'une philosophie sociale libérale, inquiet face aux souffrances du peuple, soucieux d'encourager l'entraide et la bienfaisance, mais aussi foncièrement optimiste par rapport au progrès, à la liberté, au libre-échange, et plus encore au *travail* comme moyen d'ascension sociale et comme valeur humaine. Ce sont justement ces intérêts-là de Boucher de Perthes, je le maintiens,

1. Si l'âge de la pierre (suivie de l'âge du bronze et du fer) est reconnu depuis les travaux des savants danois C.J. Thomsen puis J.J. Worsaae, les divisions de l'âge de la pierre ancienne (paléolithique) et récente (néolithique) ont été formalisées par John Lubbock en 1862 (voir Rowley-Conwy 2007, Eskildsen 2012). Plus généralement, la « naissance » de la préhistoire est étudiée par Grayson 1983, Coye 1997, Richard 2008, Hurel et Coye 2011, ainsi que Schlanger 2014.

qui motivent et qui rendent intelligible son invention de l'homme préhistorique.

Les réflexions de morale sociale et économique de Boucher de Perthes se développent surtout à partir de 1825, lorsque, se résignant à son sort de provincial, il rejoint Abbeville pour y devenir, comme son père, directeur des douanes[1]. Désormais fonctionnaire, ce descendant de petite noblesse ardennaise fréquente assidûment les milieux littéraires et scientifiques locaux. Chef de circonscription, il a quotidiennement affaire à des questions de production, de marchandises, de prohibition, de tarifs et de blocus. Au fil des décennies, il peut ainsi discerner les effets réels, en termes de commerce et d'emploi, des diverses politiques mises en œuvre par les régimes successifs depuis Napoléon I^er^ jusqu'à Napoléon III. Il en témoigne d'ailleurs dans plusieurs écrits politiques, tels l'*Opinion de M. Cristophe sur les prohibitions et la liberté du commerce* (vol. 1, 1831), ou le *Petit Glossaire, traduction de quelques mots financiers. Esquisses de mœurs administratives* (vol. 1, 1835). Par vocation administrative autant que par volonté mondaine, il se rapproche des grands industriels de la région, et accompagne notamment Charles X puis Louis-Philippe dans leurs visites aux célèbres manufactures de drap de Rames, qu'avaient installées les Van Robais à Abbeville en 1665 à l'instigation de Colbert. Aux côtés de ces grandes dynasties bourgeoises ainsi que d'entrepreneurs plus récemment intégrés à la chambre de commerce, Boucher de Perthes s'investit dans diverses initiatives locales. Outre la création en 1832 d'un prix destiné aux ouvriers de la région qui se distingueront par leur bonne conduite, leur amour du travail et leur tempérance, il lance aussi le projet d'une « exposition publique des produits de l'industrie de l'arrondissement d'Abbeville » : il milite d'emblée pour généraliser l'expérience, relocaliser l'exposition à Paris, et surtout la rendre internationale en l'ouvrant aux produits (et aux regards) des fabricants anglais, belges ou allemands. Cet adepte du libre-échange souhaite en effet démontrer l'infondé des attitudes protectionnistes et des craintes de copiage non autorisé, et affirmer plutôt les bienfaits de la concurrence, qui encourage la comparaison, l'amélioration et le progrès.

Ces liens entre les mondes du savoir et de l'industrie se tissent principalement dans le cadre de la Société d'émulation d'Abbeville : fondée par son père en 1797, Boucher de Perthes en raviva les fortunes à partir de 1828 en devenant son principal animateur pour les décennies à venir. Lieu

1. Peu connue, la pensée économique et sociale de Boucher de Perthes n'a pas été liée jusqu'à présent à sa contribution disciplinaire et théorique à la préhistoire. Sur Boucher de Perthes, voir principalement Turpin de Sansay 1868, Aufrère 1936, 1940 et 2007, Cohen et Hublin 1989.

de rencontres et d'échanges, cette société savante et littéraire – typique de ces institutions qui ont joué un rôle clé dans le développement des sciences du XIXe siècle – conjugue la production et la dissémination régulière du savoir (par des conférences et des publications) avec un activisme bienfaisant orienté vers les classes les moins fortunées. D'ailleurs, l'un des membres de la société durant les années 1830 n'est autre que le docteur Louis-René Villermé, dont le *Tableau de l'état physique et moral des ouvriers employés dans les manufactures de coton, de laine et de soie* (1840) fera date dans la lente prise de conscience des effets les plus délétères, en termes humains, médicaux et sociaux, de la révolution industrielle[1].

Sans toutefois s'engager dans de telles enquêtes sociales, Boucher de Perthes s'intéresse lui aussi aux causes de la misère et aux moyens d'y remédier. L'intempérance, la charité mal faite et l'oisiveté figurent dans son allocution de 1839 intitulée « De la misère ». Il y constate aussi, dans une analyse particulièrement révélatrice, que « les pays les plus manufacturiers étaient aussi ceux où le peuple semblait le plus pauvre ». Pour Boucher de Perthes, ce n'est cependant pas la fabrique en soi – c'est-à-dire l'usine centralisée et mécanisée – qui est en cause. Si l'ouvrier des fabriques est des plus misérable, c'est

> qu'il est en général plus ignorant, moins industrieux, plus dépensier que le journalier. Celui-ci, changeant presque chaque jour de position ou de lieu de travail, de quartier, de maison, étant en contact avec d'autres états, d'autres hommes, a plus d'expérience de la société, et par suite plus d'énergie contre ses chances et ses douleurs. L'ouvrier des fabriques ne voit que l'atelier où il travaille ; il l'a vu dès son enfance, et jusqu'à la mort il n'en verra pas d'autres. Entouré à toute heure d'ouvriers ignorants comme lui, qui comme lui n'ont jamais mesuré que la planche où ils sont et le fil qu'ils tissent, il n'a aucun moyen de comparer, de sentir ; et l'eût-il, il n'a pas une heure de solitude ni par conséquent de réflexion, aussi ne réfléchit-il pas et ne donne-t-il rien à l'avenir ni à l'intelligence. L'habitude de faire toujours la même chose et une chose qui exige ni pensée ni calcul, ce cercle étroit où son âme est comme étouffée, cet état de machine, d'instrument passif, le réduit bientôt à une complète imbécillité[2].

Ce tableau saisissant de la déqualification et de l'abrutissement ouvriers est peut-être le fait d'observations menées chez des manufacturiers d'Abbeville tels les Van Robais (dont l'entreprise a été entre-temps reprise par J. Randoing), sur des usines de filature sans doute organisées

1. Voir Noiriel 1986, Fressoz 2012, et ce volume.
2. Boucher de Perthes 1839, (p. 45-46).

« à l'anglaise » – malgré le déclin déjà annoncé, Van Robais employait alors 200 hommes, 150 femmes et 150 enfants, autour de 80 métiers à tisser mécanisés. Quoi qu'il en soit, Boucher de Perthes rejoint ici une polémique toute d'actualité sur le « machinisme » déshumanisant. Comme le montre François Vatin, ce débat avait été lancé par Pierre-Édouard Lemontey au début du XIX^e siècle en réaction à un économisme froid et calculateur (symbolisé, jusqu'au cliché, par la fabrique d'épingles d'Adam Smith), puis repris, cité et parfois plagié par des auteurs aussi divers que Simonde de Sismondi, Jean-Baptiste Say, Auguste Comte, Pierre-Joseph Proudhon, Jules Michelet, Karl Marx et plus tard Émile Durkheim ou encore Georges Friedmann[1].

Pour ce qui est de Boucher de Perthes, ce sont surtout des différences « de moralité et de vouloir » entre l'artisan libre et l'ouvrier de fabrique qui lui semblent pertinentes : l'infériorité de ce dernier est principalement due à ses vices et à ses mauvaises habitudes, « et aussi peut-être – admet-il – [à] l'indifférence du maître qui tient moins aux hommes qu'à ses outils, quand ils coûtent moins cher à remplacer ». Cette concession à part, Boucher de Perthes souhaite plutôt exonérer les machines et leurs propriétaires comme causes de la misère. D'abord, les mécaniques et la vapeur sont indispensables à la manufacture au sens le plus général : du coup, « est-ce l'intérêt d'une classe [*i.e.* celle des ouvriers des fabriques] qui doit retarder l'avancement et le bien-être de toutes » ? De plus, même si le perfectionnement des machines rend de nombreux bras désormais inutiles aux fabriques, ceux-ci s'en trouvent libérés pour retourner au travail de la terre, suggère-t-il d'un ton presque physiocratique, rappelant que « repousser les machines de nos ateliers, c'est comme si l'on éloignait la charrue de nos champs[2] ». C'est *in fine* sur la moralité de l'ouvrier des fabriques qu'il faut agir, sur son sens du travail : « Si la nécessité nous force au travail, le travail est le père de l'intelligence et de l'industrie. Là où on ne laisse rien prendre à l'oisif et où on ne donne point au mendiant, il n'y a bientôt que des gens actifs et occupés[3]. »

Alors que Boucher de Perthes préconise une « probité égoïste » pour extraire les ouvriers de leur misère, son regard s'adoucit considérablement lorsqu'il aborde le sort des enfants : il s'insurge en toute sincérité contre les besognes excessives et débilitantes dont on les accable dans

1. Ces diverses critiques et contre-critiques du « machinisme » – terme dû à Michelet 1846, (p. 95 *sq*., p. 143-145) et non à Karl Marx – ont animé la réflexion sur les forces techniques et les rapports sociaux inhérents à la modernité industrielle, comme l'analysent Viallaneix 1979, et Vatin 2004 et 2012 (p. 152 *sq.*). Sur les ambiguïtés de la « machine romantique », voir aussi John Tresch (2012, et ce volume).
2. Boucher de Perthes 1839 (p. 47-48).
3. *Ibid.* (p. 51).

les fabriques, bien pires, à ses dires, que les traitements que l'on réserve « aux nègres dans nos colonies » ou « aux forçats des bagnes[1] ». Dans son pamphlet « De l'éducation du pauvre » (1842), il propose d'extraire les enfants de ce milieu défavorable (et de l'influence néfaste de leurs parents) pour assurer leur éducation aux valeurs du travail au sein de collèges agricoles, des « colonies » salubres et vivifiantes rappelant les phalanstères de son contemporain Charles Fourier. De telles « colonies » améliora-trices sont d'ailleurs envisagées aussi pour les femmes, qui viendraient y perfectionner leurs aptitudes, deviendraient moins pauvres et moins ignorantes, regagneraient leur rang social, et serviraient ainsi à relever… l'homme lui-même (1860). Une certaine ambivalence se perçoit en tout cas dans l'attitude de Boucher de Perthes envers la machine et le machinisme, dont il amorce une critique plus libérale que romantique. On ne peut cependant douter de ses convictions « industrialistes » saint-simoniennes, telles qu'elles transparaissent notamment dans son discours « Aux ouvriers » :

> Vous êtes ouvriers, messieurs, et nous le sommes tous, nous citoyens utiles, manufacturiers, négocians [*sic*], cultivateurs, administrateurs, artistes ; oui, nous sommes tous industriels, et en nous sont tous les degrés d'une même carrière. Qu'est-ce que l'industrie ? l'application du raisonnement à l'œuvre, c'est-à-dire au travail vivifiant, fécond, nécessaire à l'existence et au bien-être. Toute industrie a donc une même source, elle naît d'un même calcul, d'une même pensée, et d'une pensée fertile et riche. *Suivons-en le développement*[2].

Lectures croisées. Industrie primitive et outils des origines

Ainsi se révèle le véritable projet intellectuel et historiographique de Boucher de Perthes : suivre le développement de l'industrie, en identifier les prémices et en retracer pas à pas la généalogie, lui trouver des origines en résonance avec son devenir qui rendraient intelligible son présent, enfin lui ouvrir un espace conceptuel à remplir, un « horizon d'attente ». Si ce projet pouvait initialement être de portée locale, plutôt antiquaire, visant à montrer à quel point Abbeville, « depuis des siècles, a été le berceau d'excellents ouvriers[3] », il va rapidement prendre une envergure historique infiniment plus vaste. En novembre 1844, lorsqu'il présente à la Société d'émulation ses toutes premières recherches sur les plus anciens vestiges de l'homme, Boucher de Perthes mesure déjà toute l'ampleur de la tâche :

1. *Ibid*., (p. 46).
2. Boucher de Perthes 1833, (p. 493-494), c'est moi qui souligne.
3. *Ibid*., (p. 492).

> Si j'avais eu plus de temps et surtout plus de science, ce n'est pas une simple notice que je vous aurais présentée, c'est un livre tout entier et l'esquisse d'un vaste tableau que j'aurais intitulé « *De* [*la naissance*] *l'origine des arts utiles, ou de l'archéologie considérée sous ses rapports industriels* », mais j'ai vu qu'un semblable livre était un grave engagement […] J'ai donc abandonné un cadre que je ne pouvais remplir, mais pourtant je l'indique ici comme sujet pouvant servir [d'introduction à l'histoire générale des arts et de leurs vicissitudes] à d'autres[1].

L'objectif était donc bien de brosser une large fresque qui relierait les industries les plus anciennes aux modernes. Mais voilà : par un « heureux déboire », victime en quelque sorte du succès qu'il rencontre sur le terrain des découvertes empiriques, Boucher de Perthes en est venu à abandonner le plan d'ensemble de l'ouvrage pour s'attarder, dès la moitié des années 1840 et pour le restant de sa vie, à son seul premier chapitre, c'est-à-dire aux vestiges de cette période « antédiluvienne » dont il se targuait de démontrer la réalité archéo-géologique. Cet épisode va donc occuper une place prépondérante dans son ouvrage daté de 1847 (mais publié en 1849), qu'il renomme fort logiquement *Antiquités celtiques et antédiluviennes*, mais qui n'en retient pas moins, dans son sous-titre, les prémices du projet d'ensemble : *Mémoire sur l'industrie primitive et les arts à leur origine*.

À commencer par l'expression même d'« industrie primitive ». Boucher de Perthes n'en est certes pas l'inventeur (on la trouve sous la plume de Bory de Saint-Vincent, par exemple, ou de Dumont d'Urville), mais c'est bien lui qui la positionne entre le monde ancien et l'actuel. L'usage qu'il fait du terme « industrie » montre bien les convergences et les glissements sémantiques de l'époque, comprenant la notion d'« efforts raisonnés » ou de « dextérité guidée par l'entendement » de la part de l'individu travailleur, ainsi que celle des « arts indispensables » puis des « champs » ou des « systèmes de production » de biens manufacturés appuyés par la science, pour en arriver à l'état, la classe ou l'ère « industriels » dans des acceptions saint-simoniennes, sociologiques et utopiques. Sans pouvoir ici démêler davantage les fils et les implications de ce nexus terminologique[2], c'est effectivement Boucher de Perthes qui instaure l'expression d'« industrie primitive » ou « préhistorique » dans le vocabulaire archéologique – où elle s'est d'ailleurs rapidement banalisée, mais aussi fossilisée, au point de rendre imperceptible aujourd'hui ce qu'il y a d'incongru à désigner ainsi des séries de cailloux rudement façonnés, des produits

1. Manuscrit (avec ratures et ajouts) cité par Aufrère 1936 (p. 30) et 1940 (p. 77).
2. Sur le travail au premier XIX^e^ siècle, ses terminologies et ses enjeux, voir notamment Sewell 1980, Noiriel 1986, Dewerpe 1998, Vatin 2012.

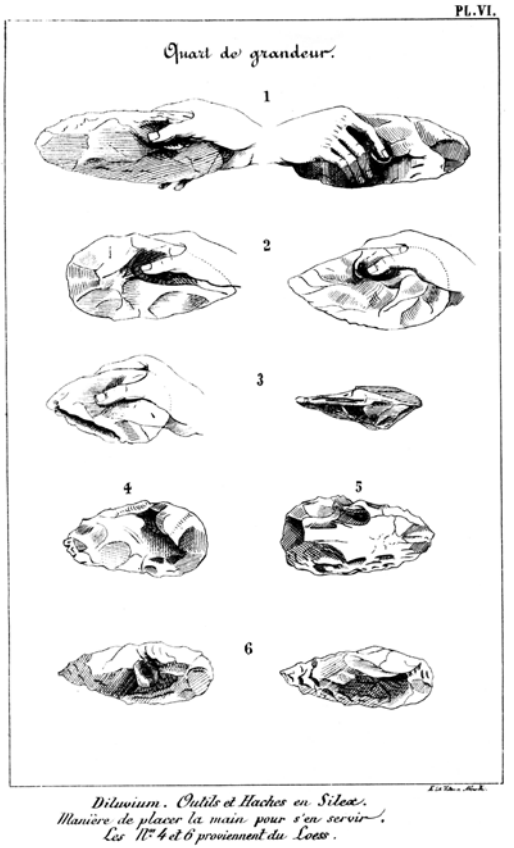


Planche d'outils et haches en silex.
Boucher de Perthes, *Des outils de pierre*,
Paris, Jung-Treuttel, 1865, planche IV.

et des processus qui pour nous appartiennent au contraire, autant empiriquement que conceptuellement, au registre du préindustriel par excellence, du prémachiniste, du prémoderne.

La lecture croisée que je propose ici de Boucher de Perthes – en rapport avec le travail de son temps et de celui d'antan – peut se dérouler sur plusieurs niveaux. Un premier niveau « pragmatique » ou « technologique », que je ne développerai pas ici, montrera notamment comment les conditions du travail telles que pouvait les observer Boucher de Perthes dans son monde contemporain informaient ses conceptions et ses interprétations du travail d'antan – que ce soit concernant la division du travail

entre les sexes et les âges, les rapports de production et les phénomènes de spécialisation ou d'apprentissage, et enfin l'organisation du travail et son déroulement : travail à domicile, travail saisonnier, ateliers spécialisés, itinérance, accès aux matières premières, accumulation, distribution, circulation des produits finis, manipulation et usage de l'outillage, et ainsi de suite*)*.

Le second niveau de lecture, sur lequel j'indique ici quelques pistes, est cette fois-ci d'ordre « moral » ou « social », et porte sur l'historicisation et la naturalisation du travail. Entre le Boucher de Perthes enquêteur social et le préhistorien se perçoivent des affinités frappantes de vocabulaire et d'imagerie, mais aussi des rapprochements thématiques et idéologiques incontestables. Ainsi, l'auteur des *Antiquités celtiques et antédiluviennes* n'hésite pas à puiser des notions et des analogies dans le monde du travail contemporain pour éclairer le passé lointain. À l'instar de l'ouvrier des fabriques qui, on l'a vu, étouffe dans son cercle « mécanique », l'ouvrier des temps premiers – tel un prolétaire originel asservi par une sorte de machinisme antédiluvien – est lui aussi condamné à l'imitation perpétuelle :

> Il ne sort pas du petit cercle qu'il s'est tracé ; il pourrait faire davantage mais il ne le fait pas ; il fait ce qu'on a fait comme il l'a vu faire, et, en enchaînant sa raison dans l'ornière de l'imitation ou de la raison d'autrui, il la réduit à l'instinct ou à l'état mécanique. Tant qu'il demeure dans cette position, ses œuvres ont le même cachet ; c'est une machine qui produit toujours, mais qui produit la même chose et de la même manière.

Et Boucher de Perthes de continuer :

> Alors comment diviser par âge et par peuple, des faits ou des œuvres qui semblent nés ensemble ? C'est ce qui a lieu pour ces premiers ustensiles. Les mêmes besoins, les mêmes superstitions les ont maintenus toujours les mêmes ; et d'une hache de pierre des premiers temps du monde à celle qui touche aux temps modernes, il n'y a pas de différence assez sensible pour qu'on puisse dire : celle-là est la plus vieille[1].

Boucher de Perthes cherche ainsi à expliquer cette anomalie – relevée par la stratigraphie – qui semble indiquer que, pendant « des centaines de siècles, les hommes jetés comme en dehors de leur nature progressive, sont demeurés dans une sorte d'assoupissement, véritable sommeil de l'intelligence » – à l'image donc de ces misérables « ouvriers-machines » d'aujourd'hui, eux aussi comme écartés de la trajectoire progressive de l'humanité.

1. Boucher de Perthes 1847, (p. 176-177).

Le potentiel moralisateur de la comparaison est tout aussi flagrant dans le passage suivant, où Boucher de Perthes, cherchant toujours à démontrer à quel point fut longue « l'enfance de l'humanité », suggère qu'elle reste sous-jacente encore aujourd'hui chez certains peuples, ou couches sociales, prétendument civilisés :

> Quelles différences voyez-vous entre les sauvages et nos ouvriers de fabrique ou certains habitants de nos campagnes ? Comparez leurs désirs, leurs paroles, leurs actes, et décidez. C'est surtout de femme à femme que vous pourrez saisir l'analogie […] Retirez ces dix [hommes d'intelligence, de savoir et d'industrie] et abandonnez à leur sort les neuf cent quatre-vingt-dix autres [faibles d'esprit et de moralité], bientôt ils seront, en industrie et en logique, au point où en étaient ces peuples des premiers âges, dont nous vous présentons les ébauches[1].

Avec de tels risques de régression, il faut se méfier de révolutions ou d'accélérations trop brusques, et faire place à une conception cumulative qui seule permet de valoriser la nature industrieuse de l'homme, en l'attestant historiquement.

Les études qu'entreprend Boucher de Perthes sur l'industrie primitive l'engagent dans une sorte de généalogie du mérite, qui confirmerait la supériorité des biens et des situations qui ont été acquis, et qui récompensent ce qui est issu de l'effort, plutôt que le fruit de rentes héritées ou héréditaires.

> Le véritable tarif de l'estime, de la valeur d'un homme, ce n'est, messieurs, ni son nom, ni son or, c'est sa capacité, c'est ce qu'il sait faire, et, n'en doutez pas, avant la fin de ce siècle positif et calculateur, c'est cette valeur réelle qui finira par emporter la balance. Il viendra un temps où le plus industrieux, le plus habile sera au premier rang[2].

Cette confiance découle d'une nouvelle compréhension du passé, qui est rendue du coup toute d'actualité :

> Je pourrais citer de nos jours de simples ouvriers devenus de bons rentiers […] ouvrez les registres de la cité, vous y verrez que les pères ou les grands-pères de beaucoup de nos plus opulents propriétaires étaient comme vous de modestes artisans[3].

1. Boucher de Perthes 1857, (p. 346).
2. Boucher de Perthes 1833, (p. 502).
3. *Ibid*., (p. 496).

Plus encore, « des personnages qui figurent aujourd'hui parmi les sommités sociales ont commencé par tenir la truelle ou le rabot[1] ». Ainsi en attestent les récentes générations, et ainsi en témoigne l'histoire de l'humanité tout entière, dès ses lointaines origines : à toutes les échelles, l'instrument de travail, en plus de son utilité matérielle, est aussi un instrument d'ascension sociale. Le président de la Société d'émulation en est déjà convaincu dans son discours « Aux ouvriers » de 1833 – le préhistorien le sera davantage trente ans plus tard lorsque, dans l'un de ses derniers écrits sur *Des outils de pierre* (1865), il célèbre l'outil, c'est-à-dire l'application de la raison à l'industrie, comme la seule mesure du progrès véritable :

> Pourquoi donc le mot *outil* est-il si dédaigneusement prononcé chez nous, comme chez presque toutes les autres nations civilisées qui, sans justice comme sans réflexion, mettent au dernier rang de la société ceux qui le manient et qui en vivent. Où en serait l'homme sans l'outil ? Disons plus, sans l'outil l'homme serait-il[2] ?

Ce rapprochement essentiel de l'homme et de l'outil n'est pas sans évoquer le *toolmaking animal* de Benjamin Franklin. De même, la place centrale qu'accorde Boucher de Perthes à l'outil dans son récit d'origine est tout à fait comparable aux célèbres scénarios anthropologiques qu'esquissent à la même époque Karl Marx dans le chapitre VII du *Capital* (1867), insistant sur l'étude des débris des anciens moyens de travail, instruments et armes de pierre trouvés dans les cavernes, ou encore Friedrich Engels dans son essai de 1876 sur « Le Rôle du travail dans la transformation du singe en homme ».

Quoi qu'il en soit, l'apport de l'outil pour Boucher de Perthes dépasse nécessairement la simple maîtrise de la nature par une humanité antédiluvienne, née chétive et sans défense, et mène à un véritable récit fondateur :

> L'invention des outils ne tarda pas à établir, de voisin à voisin, au moyen des échanges, des rapports sociaux : chacun n'était pas également apte à fabriquer ces instruments ; d'ailleurs, la matière ne s'en trouvait point partout. Ces échanges amenèrent des rapprochements de familles ; la nécessité d'une défense commune en resserra les liens : les peuplades se formèrent et, peu à peu, les nations. Réunis, les hommes entreprirent de plus grands travaux, et comme ils exigeaient de plus grands moyens, les outils se perfectionnèrent[3].

1. Boucher de Perthes 1841, (p. 27).
2. Boucher de Perthes 1865, (p. 1).
3. *Ibid.*, (p. 8).

Il est ainsi possible de voir dans cette vaste conjecture – la distribution différenciée des aptitudes et des ressources du travail – une force motrice de l'hominisation : l'homme antédiluvien peut ainsi confirmer la pertinence du libéralisme économique et social, fondé sur la division du travail, le capital, la compétition et le libre-échange. Il n'est pas étonnant, dès lors, que l'histoire de l'outil préhistorique démontre pour Boucher de Perthes des connexions manifestes avec le présent : « Nonobstant leur rusticité, ces outils et ce marteau lui-même n'en sont pas moins les pères, et les pères très-légitimes, de nos machines les plus compliquées. » De même,

> bien des centaines de siècles devaient s'écouler avant que cet outil lui-même, si borné encore, pût, d'effort en effort et de progrès en progrès, s'élever jusqu'à ces puissantes machines qui, à leur tour, comme un nouveau cataclysme, mais cataclysme fécondant, vinrent changer la face du globe[1].

Conclusions. Tous travailleurs

Justement, cette terminologie de résonance cuviériste nous rappelle à quel point nous sommes ici éloignés, faut-il encore le souligner, de l'homme fossile ou du sauvage, et des discours naturalistes qui les entourent – même si ce sont ces apports-là qui ont été rapidement célébrés par l'historiographie disciplinaire comme les seules références épistémologiques ou cadres d'intelligibilité de l'homme préhistorique. Au contraire, en reconnaissant que ce « cataclysme fécondant » n'est autre que la « révolution industrielle » (dans une acception alors encore valorisée), je propose ici de retrouver une rationalité politique là où on veut d'ordinaire n'y voir qu'une rationalité exclusivement naturaliste. Tout en étant indéniablement associée à la géologie quaternaire et à la paléontologie des vertébrés – par Boucher de Perthes lui-même, ainsi que par les visiteurs anglais Prestwich et Evans qui ont confirmé ses hypothèses en 1859 –, il ne fait pas de doute que la préhistoire reste encore à être comprise comme une science humaine et sociale à part entière, sinon comme une branche ou un champ d'extension de l'économie politique.

Avec Boucher de Perthes, en effet, ce lointain passé « antédiluvien » dont il dégage les outils contient en lui, tel un fil d'Ariane, l'avènement de la modernité industrielle. C'est bien en rapport avec les conditions contemporaines, au vu des travailleurs de son temps, que Boucher de Perthes identifie dans les sections et les carrières d'Abbeville la matière tangible, on ne peut plus solide et durable, d'un récit unifié et unificateur – ne lui fallait-il

1. *Ibid.*, (p. 7 et 11).

pas convaincre dès 1833 que « oui, nous sommes *tous* industriels » ? –, un récit qui sous certains aspects dépasse, aplanit puis désamorce pour ses contemporains des inégalités de plus en plus manifestes en termes de classes sociales, de répartitions des richesses, de prospérité ou de misère. L'industrie est une en source, une en calcul, une en pensée, proclamait-il alors. Trois décennies plus tard, en ayant suivi la « carrière » de l'humanité depuis ses plus lointaines prémices, Boucher de Perthes a désormais les pièces en main pour confirmer ce postulat :

> Dès ces temps éloignés de nous, [les hommes préhistoriques] possédaient, en pierre, à peu près tous les types des outils de fer dont nous nous servons aujourd'hui ; ce qui annonce qu'avec les mêmes besoins que nous et, sur beaucoup de points, des habitudes analogues, ils avaient les mêmes moyens d'y pourvoir. En retrouvant ici les insignes de leur métier, *nos ouvriers peuvent voir que le travail date de loin,* et que cette parole de Dieu à Adam : Tu gagneras ton pain, ne fut pas vaine : dès ce jour, l'homme fut voué au travail[1].

Coda. Exposer le travail

Cette exaltation éminemment idéologique du travail à travers les âges, cette mise en relation du passé et du futur, est donc une des tâches premières de l'archéologie préhistorique comme discipline scientifique en voie d'institutionnalisation. Constatons pour s'en convaincre que, cette exaltation, « nos ouvriers », comme les appelle Boucher de Perthes, ont pu bien rapidement la ressentir et même l'observer en se rendant à l'Exposition universelle de 1867 – manifestation dont Boucher de Perthes avait clamé l'utilité sociale et économique trois décennies auparavant. Avec son commissaire Frédéric Le Play, successeur de Villermé par ses enquêtes empiriques sur les ouvriers européens, épaulé du saint-simonien Michel Chevalier, l'Exposition universelle du Champ-de-Mars avait comme thème fédérateur le *travail*, et elle fut aussi l'occasion de la consécration de l'archéologie préhistorique en tant que discipline scientifique à part entière[2]. Guidée désormais par Gabriel de Mortillet (1821-1898), ingénieur-géologue et conservateur au musée des Antiquités nationales, mais aussi militant politique républicain exilé suite à la révolution de 1848, c'est dans la galerie centrale de l'édifice que la préhistoire s'exhiba pour la première fois en plein jour. C'est ici que les outils de pierre, dont la haute antiquité fut si longtemps revendiquée par Boucher de Perthes,

1. *Ibid.*, (p. 18). C'est moi qui souligne.
2. Sur la préhistoire à l'Exposition universelle de 1867, voir Müller-Scheessel 2001, Quiblier 2014, Schlanger (sous presse).

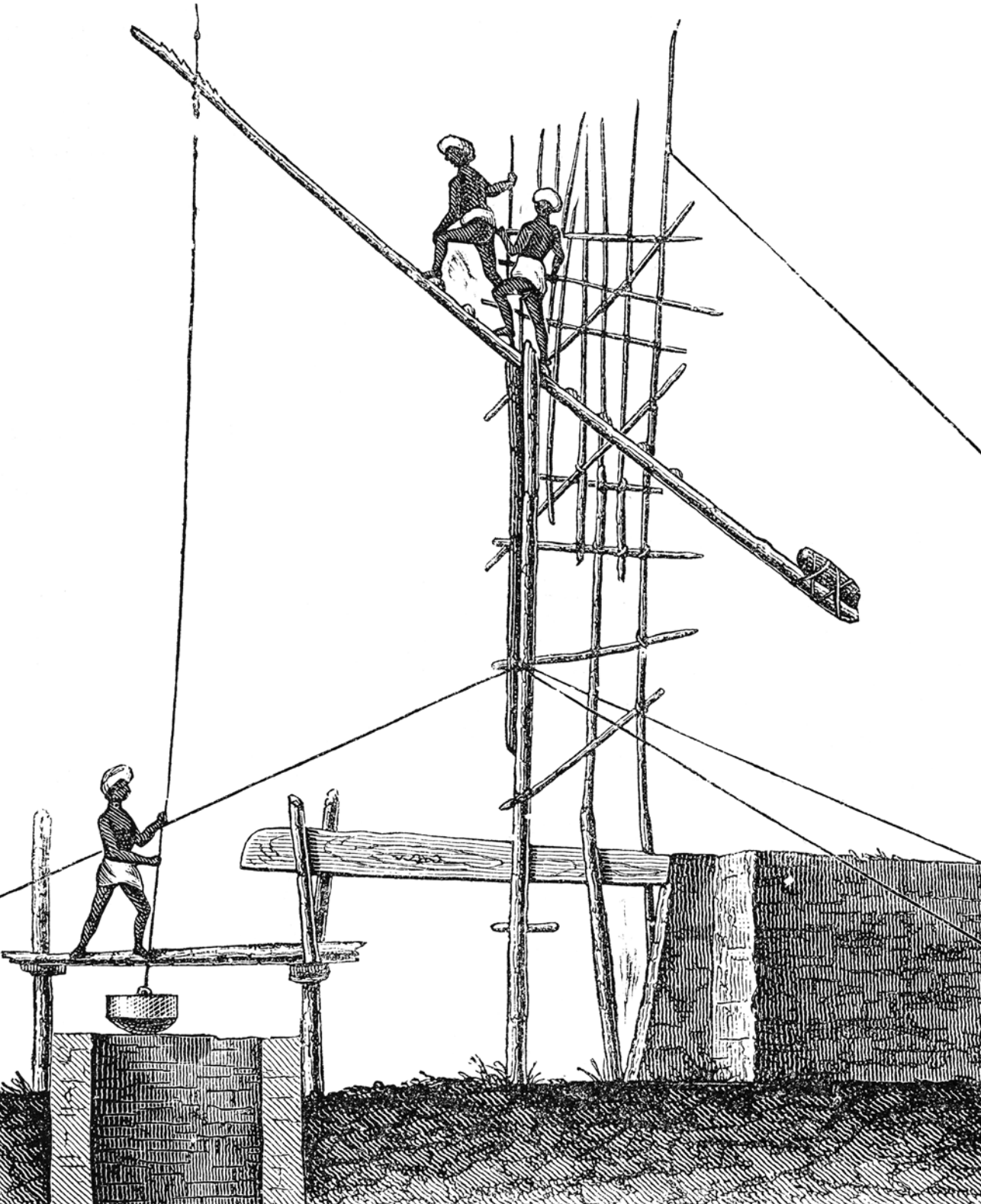
reçoivent enfin leur légitimité disciplinaire, se déclinant dorénavant systématiquement en « industrie acheuléenne », « industrie moustérienne » et « industrie solutréenne » – vocables dont on peut à présent mesurer toute la signification – et prenant ainsi une place d'honneur, ô combien symbolique, dans le « musée universel de l'histoire du travail ».

Remerciements : Les commentaires de François Vatin et de Marc-Antoine Kaeser sur une première version de ce texte m'ont été particulièrement utiles. Je remercie aussi la bibliothèque Amiens métropole pour l'illustration p. 268, et Arnaud Hurel et la bibliothèque de l'IPH pour la numérisation de l'illustration p. 278.

Références bibliographiques

Aufrère Léon, 1936, *Essai sur les premières découvertes de Boucher de Perthes et les origines de l'archéologie primitive (1838-1844)*, Paris, L. Staude.
– 1940, « Figures de préhistoriens. I. Boucher de Perthes », *Préhistoire*, nº 7, p. 7-134.
– 2007, *Le Cercle d'Abbeville. Paléontologie et préhistoire dans la France romantique*, Turnhout, Brepols.
Boucher de Perthes Jacques, 1831, *Opinion de M. Cristophe, sur les prohibitions et la liberté du commerce*, Paris, Treuttel & Würtz, 2 vol.
– 1833, « Aux ouvriers (Exposition des produits de l'industrie de l'arrondissement d'Abbeville) », *Mémoires de la Société royale d'émulation d'Abbeville*, p. 491-516.
– 1835, *Petit Glossaire, traduction de quelques mots financiers. Esquisses de mœurs administratives*, Paris, Treuttel & Würtz, vol. 1.
– 1839, « De la misère », *Mémoires de la Société royale d'émulation d'Abbeville*, p. 1-82.
– 1842, « De l'éducation du pauvre. Quelques mots sur celle du riche », *Mémoires de la Société royale d'émulation d'Abbeville*, p. 1-88.
– 1847, *Antiquités celtiques et antédiluviennes. Mémoire sur l'industrie primitive et les arts à leur origine*, Paris, Treuttel & Würtz, t. 1.
– 1857, *Antiquités celtiques et antédiluviennes. Mémoire sur l'industrie primitive et les arts à leur origine*, Paris, Treuttel & Würtz, t. 2.
– 1860, « De la femme dans l'état social, de son travail et sa rémunération », *Mémoires de la Société royale d'émulation d'Abbeville*, p. 1-83.
– 1865, *Des outils de pierre*, Paris, Jung-Treuttel.
Cohen Claudine et Hublin Jean-Jacques, 1989, *Boucher de Perthes. Les origines romantiques de la préhistoire*, Paris, Belin.
Coye Noël, 1997, *La Préhistoire en parole et en acte. Méthodes et enjeux de la pratique archéologique (1830-1950)*, Paris, L'Harmattan.
Dewerpe Alain, 1998, *Le Monde du travail en France (1800-1950)*, Paris, Armand Colin.
Eskildsen Kasper, 2012, « The Language of Objects : Christian Jürgensen Thomsen's Science of the Past », *Isis*, vol. 103, nº 1, p. 24-53.
Fressoz Jean-Baptiste, 2012, *L'Apocalypse joyeuse. Une histoire du risque technologique*, Paris, Seuil.
Gamble Clive et Kruszynski, Robert, 2009, « John Evans, Joseph Prestwich and the Stone That Shattered the Time Barrier », *Antiquity*, vol. 83, p. 461-475.

GRAS Alain, avec POIROT-DELPECH Sophie, 1993, *Grandeur et dépendance. Sociologie des macro-systèmes techniques*, Paris, PUF.
GRAYSON Donald, 1983, *The Establishment of Human Antiquity*, New York, Academic Press.
HUREL Arnaud et COYE Noël (dir.), 2011, *Dans l'épaisseur du temps. Archéologues et géologues inventent la préhistoire*, Paris, Muséum national d'histoire naturelle.
LEWUILLON Serge, 2008, « Positif / négatif. Les antiquités nationales, l'estampe et la photographie », *Les Nouvelles de l'archéologie*, nº 113, p. 37-45.
MICHELET Jules, 1846, *Le Peuple*, Paris, Le Livre de Poche.
MÜLLER-SCHEESSEL Nils, 2001, « Fair Prehistory : Archaeological Exhibits at French Expositions universelles », *Antiquity*, vol. 75, p. 391-401.
NOIRIEL Gérard, 1986, *Les Ouvriers dans la société française (XIXe-XXe siècle)*, Paris, Seuil.
PINSARD Charles, 1999, « La première hache de pierre authentiquement découverte à Saint-Acheul » (note manuscrite non datée accompagnant l'album Pinsard, Amiens), *in* Éric de BUSSAC (dir.), *1859, naissance de la préhistoire. Récits des premiers témoins*, Clermont-Ferrand, Paléo, p. 251-255.
QUIBLIER Charlotte, 2014, « L'exposition préhistorique de la galerie de l'Histoire du travail en 1867. Organisation, réception et impacts », *Cahiers de l'École du Louvre* [en ligne], nº 5, p. 67-77.
RICHARD Nathalie, 2008, *Inventer la préhistoire. Les débuts de l'archéologie préhistorique en France*, Paris, Vuibert & Adapt-Snes.
ROWLEY-CONWY Peter, 2007, *From Genesis to Prehistory : The Archaeological Three Age System and Its Contested Reception in Denmark, Britain, and Ireland*, Oxford, Oxford University Press.
SCHIVELBUSCH Wolfgang, 1986, *The Railway Journey : The Industrialization and Perception of Time and Space in the 19th Century*, Los Angeles (CA), University of California Press.
SCHLANGER Nathan, 2010, « Series in Progress : Antiquities of Nature, Numismatics and Stone Implements in the Emergence of Prehistoric Archaeology (1776-1891) », *History of Science*, vol. 48, p. 344-369.
– 2014, « One Day Hero : Jules Reboux at the Crucible of Prehistory in 1860s Paris », *Complutum*, vol. 24, nº 2, p. 73-88.
– (sous presse), « Collection, classification et structuration disciplinaire. L'archéologie préhistorique à l'Exposition universelle de 1867 », *in* José María LANZAROTE et Anne LOYAU, *Montrer, démontrer la préhistoire*, Paris, Muséum national d'histoire naturelle.
SEWELL William H., Jr., 1980, *Work and Revolution in France : The Language of Labor from the Old Regime to 1848*, Cambridge, Cambridge University Press.
TRESCH John, 2012, *The Romantic Machine : Utopian Science and Technology after Napoleon*, Chicago (IL), University of Chicago Press.
TURPIN DE SANSAY Louis-Adolphe, 1868, *Biographie de M. Boucher de Crèvecœur de Perthes* (extrait des *Sauveteurs célèbres*), Paris, E. Dentu.
VATIN François, 2004, « Machinisme, marxisme, humanisme. Georges Friedmann avant et après guerre », *Sociologie du travail*, vol. 46, p. 205-223.
– 2012, *L'Espérance-monde. Essais sur l'idée de progrès à l'heure de la mondialisation*, Paris, Albin Michel.
VIALLANEIX Paul, 1979, « Michelet, machines, machinisme », *Romantisme*, nº 23, p. 3-15.
VILLERMÉ Louis-René, 1840, *Tableau de l'état physique et moral des ouvriers employés dans les manufactures de coton, de laine et de soie*, Paris, Renouard ; nouv. éd., Paris, EDI, 1989.



13 Les sciences et les savoirs traditionnels

H. OTTO SIBUM

Dans le processus actuel de mondialisation, les sociétés dites traditionnelles et celles dites technoscientifiques entrent souvent en conflit pour faire valoir leurs savoirs respectifs. Ces conflits ne sauraient se résumer à un phénomène nouveau ou à un simple problème entre « l'Occident » et ce qu'on convient d'appeler « le Reste ». Au contraire, comme nous le montrerons, cette tension entre savoir et science est constitutive de l'histoire des sciences en Europe, au moins depuis le début des temps modernes.

Une historiographie qui privilégie le savoir écrit aux dépens des pratiques matérielles a largement façonné notre vision commune de la science moderne comme un savoir universel, autonome et théorique. Déjà, dans les années 1920, Ludwik Fleck, biologiste et sociologue des sciences, a mis le doigt sur cette caractéristique particulière en insistant sur le besoin de regarder, au-delà de l'unique forme littéraire, la pratique quotidienne des sciences. Seule une étude de celle-ci peut révéler les préconditions culturelles qui ont permis la formation de cette nouvelle forme de cognition humaine appelée « science » :

> Il existe des cultures, écrit-il alors, comme par exemple celle des Chinois, qui dans des champs importants, comme la médecine, aboutissent à des réalités bien différentes de celles de nous autres Occidentaux. Devrais-je éprouver de la peine pour eux ? Leur histoire a été différente. Différents aussi, leurs efforts et leurs désirs, qui déterminent la cognition. Car la cognition n'est ni une contemplation passive, ni l'acquisition de la seule idée possible dans des conditions toutes faites. *C'est une interrelation active, vivante, à la fois modelage et remodelage, bref, un acte de création*[1].

1. Fleck 1986 [1929] (p. 49).

◀ Pour les ingénieurs et scientifiques du XIX^e siècle, cette technologie manuelle remontant à l'Antiquité égyptienne et indienne symbolise l'état primitif de développement technique des civilisations non occidentales.

Longtemps ignoré, cet appel en faveur d'une étude historique comparative de la cognition humaine est enfin repris par la nouvelle histoire des sciences, qui depuis une trentaine d'années a commencé à repenser la science en se penchant sur sa construction. En dépit de leurs approches très différentes, ces historiens partagent une volonté de surmonter de vieilles divisions au sein des sociétés modernes et dans leurs mémoires culturelles, pour mieux comprendre la tension entre savoir traditionnel et science moderne. Une des divisions intellectuelles les plus évidentes concerne la distinction entre savoir et faire, et, partant, le rapport hiérarchique entre l'intellectuel et le manuel[1]. Longtemps, la connaissance, qu'elle soit scientifique ou non, a été pensée comme un savoir désincarné. Dans de nombreux domaines universitaires encore aujourd'hui, on distingue couramment et sans grand risque de contestation le savoir de sa production, de sa préservation et de sa reproduction matérielles. La nouvelle histoire des sciences a récemment proposé une conception dynamique du savoir incarné appelé savoir gestuel lié aux actions performatives d'un individu ou d'un collectif. L'expérience est alors conçue non plus comme un ensemble de pratiques manuelles mais comme une forme de travail savant incarné dans la performance de l'acteur historique[2]. Un ouvrage collectif récent nous fait remarquer que pour Bacon déjà, « ni la main seule, ni l'esprit abandonné à lui-même n'ont grande puissance ». Cependant, tout en cherchant à lier le manuel avec l'intellectuel, celui-ci sous-entendait en même temps une distinction fondamentale entre les deux. Cette division remonte bien évidemment à l'opposition classique aristotélicienne entre *épistémè* et *technè*. Cependant, comme l'observent les directeurs de cet ouvrage dans leur introduction, ces distinctions prennent un sens nouveau au début de l'ère moderne, qui voit l'apparition et la montée en puissance des marchés et économies politiques européens. Dans cette nouvelle conjoncture, établir une hiérarchie claire entre l'intellectuel et le manuel au sein d'une société de l'Ancien Régime est vital pour créer des catégories sociales claires. Pour cela, il a fallu investir beaucoup d'énergie afin de transformer cette distinction en une évidence, ce qui rend d'autant plus difficile la déconstruction simultanée de cette hiérarchie, des savoirs et des relations matérielles mobilisées pour créer et maintenir de telles distinctions[3].

C'est précisément au cours du long XIX^e^ siècle que cette équation est renégociée et qu'émergent de nouvelles hiérarchies des savoirs, notamment

1. Shapin et Schaffer 1993 [1985].
2. Sur le « savoir gestuel », voir Sibum 1998. Sur l'approche historiographique, voir Sibum 1995, ainsi que Schaffer 1997, Lawrence et Shapin 1998.
3. Roberts *et al.* 2007 (p. XIII).

une nouvelle distinction entre science et savoirs locaux. La dynamique de cette remise en question émerge au cours du XVIIIe siècle avec une pensée selon laquelle le savoir doit être utile. C'est donc une époque cruciale dans la recherche d'interactions fructueuses et réciproques entre savoir en général et savoir scientifique en particulier. Dans le langage ancien et moderne, *épistémè, scientia* et *Wissenschaft* signifient originellement savoir et compétence et ne deviennent qu'ensuite des termes spécialisés pour désigner une forme privilégiée de savoir, à la fois plus certaine et faisant plus autorité que le savoir ordinaire. Comme l'écrit l'historienne des sciences Lorraine Daston :

> La distinction entre le savoir scientifique et d'autres types de savoir a été historiquement reflétée dans la distinction sociale entre ceux qui pratiquent un travail intellectuel et ceux qui pratiquent un travail physique, et, au moins depuis le XVIIIe siècle, dans une distinction culturelle entre des terres ayant une science moderne (pour la plupart en Europe occidentale) et celles n'en ayant pas (c'est-à-dire le reste du monde)[1].

On commence tout juste à s'intéresser à l'histoire de cette distinction. Par exemple, des réponses intéressantes ont récemment été fournies par des historiens de l'économie. Utilisant le vocable évocateur des « Lumières industrielles », ils soulignent l'importance du savoir artisanal dans la révolution industrielle, rendant ainsi justice au travail manuel, marginalisé[2]. Cependant, cette analyse souffre d'un usage non critique du concept de science, basé sur une historiographie désuète. Une approche plus prometteuse passerait par une géographie historique ayant pour objet de dessiner un atlas qui tracerait la dynamique des interactions entre les communautés savantes hétérogènes ayant abouti à ce que nous appelons aujourd'hui « science ». Ce processus culturel complexe de production et d'échange des savoirs et savoir-faire, c'est-à-dire la coopération et la circulation de populations, d'objets, de textes et d'idées, est un processus à la fois épistémologique et social de traçage de frontières.

Dans ce chapitre nous allons suivre l'évolution d'un mode de construction des savoirs, la *physica experimentalis*, qui, introduite en Europe occidentale au XVIIe siècle, fortement contestée quant à sa légitimité épistémologique tout au long du XVIIIe, s'établit finalement comme moyen par excellence de faire la science en Europe et en Amérique du Nord au cours du long XIXe siècle. Elle a même fini par définir la science moderne.

1. Daston 2003 (p. 34).
2. Mokyr 2002.

Physica experimentalis

Commençons donc par les controverses quant à la valeur épistémologique de cet « art de l'expérience » au XVIII^e siècle. Un des principaux problèmes sur le sens de l'expérience concerne la manipulation physique d'objets. Celle-ci n'est pas considérée comme une activité savante légitime dans un monde où, comme nous venons de le remarquer, prédomine encore une claire distinction entre faire et savoir. Même Diderot, tout en reconnaissant les arts pratiques comme une forme de savoir, maintient qu'ils ne font pas partie du discours éclairé. On peut regarder en partie son projet d'*Encyclopédie* comme une proposition de rendre compréhensible par tous le savoir artisanal par le biais d'un langage éclairé. Mais, comme beaucoup d'autres approches littéraires d'une culture bourgeoise en plein essor, ces formes complexes de savoir sont représentées de façon fragmentaire par des représentations visuelles de techniques manuelles et des listes d'objets matériels, ce qui contribue à maintenir voire à renforcer la frontière entre épistémologie et pratique[1].

Au milieu du XVIII^e siècle, l'ingénieur émerge comme candidat idéal – *le troisième homme* pour ainsi dire – pour connecter théorie et pratique. Dans son avant-propos à la traduction allemande de l'*Architecture hydraulique* de Bernard Forest de Bélidor (1698-1761), le célèbre philosophe et mathématicien allemand Christian Wolff (1679-1754) écrit :

> Dans de telles circonstances, un troisième homme serait nécessaire, qui pourrait lui-même unifier la science et l'art, afin de corriger les insuffisances des *théoriciens* et combattre les préjugés des amateurs d'art qui croient qu'ils peuvent faire sans la *théorie*, et laisser cette dernière aux bons à rien de ce monde.

Cependant, tout en reconnaissant l'importance de cette place de troisième homme, l'ingénieur la trouve aussi très frustrante. Parlant dans la même préface de son ami défunt le savant et instrumentier Jakob Leupold (1674-1727), Wolff constate que celui-ci

> se comparait à une chauve-souris, rejetée à la fois par les oiseaux et les quadripodes ; il se plaignait du fait qu'il était aussi bien haï par les praticiens de l'art que méprisé par les *théoriciens*, car il voulait par sa nature même être célébré comme un homme remarquable par les deux, partager sa célébrité dans le monde savant avec les derniers et sa joie avec les premiers[2].

1. Pannabecker 1998, Kaplan et Koepp 1986.
2. Wolff 1764 (p. 2).

En créant la *physica experimentalis* au sein de la république des lettres, les expérimentateurs tirent parti des avantages et subissent aussi les inconvénients de la place du « troisième homme ». En effet, comme les chauves-souris, ils sont difficiles à classer. Leurs études de la nature, réalisées à l'aide de l'intellect et des mains – c'est-à-dire avec l'art de l'expérience –, conduisent-elles à une forme spécifique de savoir ? Comme nous le verrons, même depuis le milieu du XVIII^e siècle, plusieurs générations de philosophes qui privilégient l'empirique ont dû lutter pour libérer le savoir-faire de l'expérience de ses stigmates épistémologiques et positionner leur savoir au sein de la république des lettres.

La recherche expérimentale croissante en électricité et en magnétisme joue un rôle clé dans le basculement de l'opinion savante concernant le statut épistémologique des savoir-faire expérimentaux. Les effets jusque-là inconnus de ces expériences quotidiennes font vaciller les certitudes savantes traditionnelles sur le double sens de l'expérience en physique. Ainsi que l'écrivait en 1733 le théologien allemand Johann Georg Walch (1693-1775) :

> L'expérience perçue par les sens en physique est d'un double genre : nous en percevons une sorte par les créatures de Dieu, par le feu, l'air, la terre, par les étoiles, les fleurs, etc. L'autre sorte, nous la percevons par les choses artificielles, faites des mains de l'homme […] Mais nous n'avons aucune raison d'en faire grand cas, comme si l'on pouvait découvrir de nouvelles vérités physiques jusqu'ici inconnues à travers ces dernières[1].

Au fil du temps, cette position-là devient obsolète, et ces « nouvelles vérités physiques jusqu'ici inconnues » établies par l'expérience émancipent peu à peu la physique expérimentale de l'histoire naturelle. Dans sa leçon inaugurale, prononcée le 15 mai 1753 lors de l'ouverture de la chaire de physique expérimentale au collège de Navarre, l'abbé Nollet (1700-1770) tente de positionner son domaine dans la république des lettres[2]. Il insiste sur le fait que ce mode de savoir doit être différencié des pratiques de l'histoire naturelle, qui est une forme d'enquête qui,

> sans rendre raison des effets, a pour but principal de nous donner en détail la connaissance des corps dont l'univers est composé ; de nous en faire distinguer les genres, les espèces, les variétés individuelles, les rapports que ces êtres ont entr'eux et leurs différentes propriétés… pour ainsi dire, l'inventaire de nos richesses.

1. Cité par Schimank 1974 (p. 213).
2. Nollet 1753.

En revanche, l'objet de la physique expérimentale « est de connoître les phénomenes de la nature, & d'en montrer les causes par des preuves de fait », c'est-à-dire d'entreprendre « de nous dévoiler le méchanisme de la nature ». Cependant, les deux démarches

> sont tellement liées ensemble qu'il est presqu'impossible de les séparer : un Physicien qui n'est point Naturaliste est un homme qui raisonne au hasard & sur des objets qu'il ne connoît point ; le Naturaliste qui n'est pas Physicien, n'exerce que sa mémoire. S'appliquer à la physique expérimentale, c'est donc s'engager à étudier la Nature, non seulement dans ses effets, mais encore dans les différents matériaux qu'elle employe pour les produire ; c'est l'examiner dans tout ce qu'elle a fait pour se mettre plus en état d'apprendre de quelle manière elle agit[1].

Le discours de Nollet est aussitôt traduit et paraît en allemand en 1755 ; il fait rapidement des adeptes qui œuvrent alors pour concevoir une autre voie que celle proposée par des « sçavans orgueilleux, qui cherchent à nous éblouir par la grandeur apparente, mais souvent imaginaire, ou par la singularité des sujets qu'ils entreprennent de traiter[2] ». Cependant, jusqu'au début du XIX^e^ siècle, les universitaires allemands étaient censés être avant tout des écrivains (*Schriftsteller*) consacrant une grande partie de leur activité à la traduction, à l'écriture de manuels et aux collections. Ce n'est donc pas une coïncidence que le pionnier de la physique expérimentale à l'université de Göttingen, Georg Christoph Lichtenberg (1742-1799), soit à la fois homme de lettres et expérimentateur. Sa réédition des *Anfangsgründe der Naturlehre* (Principes de la philosophie naturelle) de son collègue défunt Johann Christian Polycarp Erxleben (1744-1777) montre très clairement comment les « nouvelles vérités physiques jusqu'ici inconnues » établies par les moyens expérimentaux peuvent être utilisées pour rompre avec les traditionnelles exégèses savantes de textes. Les nombreuses notes de bas de page que l'on peut trouver dans la 6^e^ édition de cet ouvrage démontrent la vitesse à laquelle l'état de l'art de la *physica experimentalis* change et combien cela affecte la façon d'acquérir du savoir légitime sur la nature. Le savoir expérimental local commence alors à changer les pratiques de publication et de recherche des érudits universitaires traditionnels. Comme nous le verrons, la recherche expérimentale, parfois appelée « invention scientifique » en allemand (*das Erfinden im Scientifischen*), remplace graduellement les mentalités encyclopédiques[3].

1. *Ibid.* (p. 9).
2. *Ibid.* (p. 45).
3. Erxleben 1794.

Le plus grand défi pour détrôner les pratiques textuelles universitaires traditionnelles devient alors le développement d'instruments nécessaires à l'expérience. Grâce à la mise au point d'appareils de mesure de plus en plus précis, on ne peut plus se passer des instruments et autres équipements expérimentaux pour pouvoir observer presque tout phénomène, notamment dans les domaines de l'électricité et du magnétisme. Les controverses suscitées par la balance de torsion de Charles-Augustin Coulomb (1736-1806), par exemple, démontrent les difficultés auxquelles doivent faire face les savants traditionnels pour reconnaître le savoir-faire des fabricants d'instruments. La balance fournit-elle des preuves d'une loi d'action à distance des forces électriques et magnétiques ? Ou bien – comme certains érudits le soutiennent alors – est-ce la géométrie de l'appareil qui détermine ces mesures, faisant de la loi un pur artefact ? Vers la fin du XVIII^e siècle, Charles-Augustin Coulomb, Antoine Lavoisier et Pierre-Simon Laplace sont sur le point d'établir une nouvelle économie morale des sciences expérimentales, basée sur l'instrumentation et sur des mesures de précision, qui va changer la pratique expérimentale.

Non seulement ce nouveau groupe de savants remettent en cause les valeurs et normes épistémologiques traditionnelles, mais ils distinguent aussi les expérimentateurs autodidactes (n'ayant pas été éduqués à l'Université classique) des érudits traditionnels. La philosophie expérimentale souvent pratiquée sous forme de spectacle public se singularise tout en se démarquant d'autres formes de savoir. Coulomb y joue un rôle très actif. Ne comportant aucune référence à un quelconque chercheur en physique électrique, sa publication sur la balance de torsion affirme plus généralement que ne peut être défini comme électricité que ce que l'on peut détecter à l'aide de la balance de torsion. Affirmation décisive s'il en est : jusqu'en 1800, toute la recherche portant sur l'électricité animale (les batteries galvaniques) n'est pas considérée comme scientifique au motif qu'elle ne peut être mesurée par la balance de torsion[1].

Malgré ces tentatives pour définir clairement un savoir expérimental fiable et pour distinguer nettement les traditions de savoir artisanale et académique, les frontières restent en réalité beaucoup plus perméables. Par exemple, autour de 1800, les travaux sur la couleur et la lumière d'un groupe jusque-là inconnu de peintres, marchands de couleurs et philosophes berlinois ont un impact important sur l'émergence de la physique comme discipline académique. De même, la transmission largement orale des savoirs d'une communauté d'artificiers influence la *physica*

1. Blondel *et al.* 1995, Hochadel 2000, Licoppe 1996, Meya et Sibum 1987 (p. 117-141), Schaffer 1983, Sibum 1997, Pancaldi 2002.

experimentalis du XVIII^e^ siècle. Enfin, la culture des apothicaires leur permet facilement de devenir des intermédiaires entre cultures artisanale et savante de la chimie[1].

Handwerksgelehrte / l'érudit-artisan

La carte des communautés de savoir et leurs interactions au XIX^e^ siècle est tout aussi instructive que celle du siècle précédent. Le projet de produire un savoir utile prend une ampleur nouvelle en Europe, tout comme les efforts fournis pour atteindre une forme de savoir plus fiable et basée sur des méthodes, des arguments et des formes de preuves spécifiques. Le développement des voyages scientifiques, l'intensification de la recherche de haute précision en laboratoire et la communication réussie des résultats scientifiques à toutes les échelles, exigent des moyens fiables de communication. Le public doit d'abord savoir ce qu'est un thermomètre et ce qu'il indique pour comprendre les données récoltées par un naturaliste lors de ses visites de terrain. L'absence des témoins des expériences de précision exige la mise en place d'autres moyens pour rapporter le déroulement des événements. Souvent, on n'y réussit pas parce qu'il n'existe pas de protocole standardisé et communément partagé par les différents publics concernés, en dehors du milieu très restreint du laboratoire. Il arrive même que des sites de production de savoir éloignés des lieux savants, par exemple les brasseries en Grande-Bretagne au début de l'ère victorienne, bouleversent les conventions académiques. L'industrie brassicole comprend en effet des sites de production reposant sur les standards de précision alors les plus élevés ; c'est également là que les gens apprennent à manier les chiffres. Certains brasseurs, tels que James Joule ou George Wigney, aspirant à devenir des philosophes naturalistes, travaillent dur, soit pour transformer ce champ d'expertise en science, soit pour incarner le lien entre la manufacture et le monde académique – à tel point qu'ils deviennent les seuls à réaliser des expériences remettant en cause le savoir canonique[2]. Ironiquement, cependant, malgré leurs prouesses, mais afin de légitimer leur propre activité, ces acteurs présentent leur activité en termes de savoir scientifique désincarné, une image douteuse mais communément acceptée : « Par le terme "science" – écrit l'auteur d'un des plus célèbres traités sur la théorie et la pratique de la brasserie, George Adolphus Wigney –, nous entendons cette espèce de savoir

1. Pietsch 2014, Werrett 2010, Klein 2012.
2. Sibum 1998, Sumner 2013.

dans l'acquisition duquel seul l'esprit est engagé, et dont le but est de la distinguer du savoir particulier qui résulte de l'exercice concerté des pouvoirs mentaux et physiques[1]. »

Les expérimentateurs de la première moitié du XIX^e siècle contribuent au processus historique de façonnage des sciences physiques. Artisans, marchands, ingénieurs, fabricants d'instruments et, bien entendu, savants participent de ce processus. Cependant, chaque pays légitime la tradition expérimentaliste de manière différente. Comme Thomas Kuhn le souligne, en France l'abbé Nollet a été

> un membre de la section [de l'Académie des sciences] quelque peu hétéroclite réservée aux praticiens des *arts mécaniques*. Ce n'est qu'après son élection à la Royal Society de Londres que Nollet grimpe dans la hiérarchie, succédant entre autres au Comte de Buffon et à Ferchault de Réaumur. Le célèbre fabricant d'instruments Abraham Breguet, un homme dont les talents auraient dû le faire entrer dans la section mécanique, ne trouve aucune place dans l'Académie jusqu'à ce qu'en 1816, à l'âge de soixante-neuf ans et grâce à une ordonnance royale, son nom soit enfin inscrit sur ses parchemins[2].

Dans la Grande-Bretagne de la fin du XVIII^e siècle, il arrive que quelques fabricants d'instruments exceptionnels deviennent membres de la Royal Society. Aux Pays-Bas, Martinus van Marum veut explicitement démontrer par son travail expérimental que l'intellectuel et le manuel correspondent précisément au type de recherche scientifique que la Teyler Society promeut[3]. En Allemagne, quelques rares personnes réussissent à introduire des cours organisés autour des expériences (*Experimentalvorlesungen*) dans les universités : Georg Christoph Lichtenberg puis Wilhelm Weber à Göttingen, Justus Liebig à Giessen, Robert Bunsen à Marbourg, Gustav Magnus à Berlin… Pour l'opticien bavarois Joseph Fraunhofer ou pour le brasseur James Joule à Manchester, le savoir artisanal est même constitutif des sciences expérimentales. Plus généralement, le lien entre les mondes académique et artisanal dans la première moitié du XIX^e siècle prend plusieurs formes : en 1833, William Whewell, à Cambridge, invente le vocable « scientifique » (*scientist*), s'inspirant du terme existant d'« artiste » (*artist*) pour donner un nom spécifique à ce personnage hybride qu'est ce savant nouveau. Cependant, le savoir des praticiens n'est toujours pas reconnu, ou est considéré comme douteux, parce que la communication du savoir artisanal se fait trop souvent au sein de guildes. Mais la

1. Wigney 1838 (p. 307).
2. Kuhn 1977 (p. 51).
3. Bennett 1985, Ginn 1991, Kuhn 1977 (p. 51-52), Morrell et Thackray 1981.

mobilisation massive d'érudits et d'ingénieurs lors des guerres révolutionnaires et napoléoniennes dissipe tout doute quant à la place des savoirs pratiques dans la panoplie des sciences : la croyance s'installe durablement que la science, en tant que méthode de recherche de la Vérité, éclairera les processus industriels[1].

La fondation de la Société allemande de physique (Deutsche Physikalische Gesellschaft) en 1845, dans une Prusse en cours de modernisation, constitue sans aucun doute une avancée majeure dans la formation de l'identité du scientifique. Comme le montre la liste de la première génération de cette communauté scientifique, la Société de physique recrute ses membres parmi des marchands, artisans, fabricants d'instruments, ingénieurs et érudits. Cette Société fournit l'espace culturel nécessaire à l'expression de ces groupes sociaux[2].

Ce nouveau type de porteur de savoir empirique nommé scientifique est rapidement appelé *Handwerksgelehrte* (érudit-artisan). Ce terme traduit parfaitement l'amalgame entre le mouvement expérimentaliste et la traditionnelle élite académique. Les expérimentalistes et les « érudits livresques », autrefois perçus comme deux traditions bien distinctes, fusionnent désormais dans une communauté de scientifiques expérimentaux dans laquelle les moyens de faire et les moyens de savoir ont acquis le même statut épistémologique. D'éminents *Handwerksgelehrten* comme Hermann von Helmholtz (1821-1894), Emil du Bois-Reymond (1818-1896) et d'autres se voient contraints de répéter sans cesse que le savoir expérimental nécessite un type spécifique de personne :

> Un scientifique (*Naturforscher* – « chercheur de la nature ») ne doit pas seulement tirer son savoir de conférences et de livres, il a également besoin d'un savoir qui ne peut être acquis que grâce à une perception riche et attentive [de ses sens] ; il a besoin de compétences, qu'il ne peut acquérir que grâce à une répétition d'essais et grâce à une pratique exhaustive. Ses sens doivent être affûtés au point de relever certains types d'observations, de percevoir des différences subtiles de forme, de couleur, de consistance et d'odeur des objets à examiner ; sa main doit être entraînée de façon à ce qu'elle puisse parfois exécuter le travail d'un forgeron, d'un métallurgiste, d'un charpentier, parfois même d'un dessinateur ou d'un violoniste[3].

En 1872, en Angleterre, James Clerk Maxwell (1831-1879), premier titulaire de la chaire de physique expérimentale à Cambridge, répète de

1. Fox *et al.* 1999 (p. 69-93).
2. Wise [à paraître].
3. Helmholtz 1871 (p. 6).

son côté à ses auditeurs que l'on ne peut pas apprendre les faits dans les textes : « Il faut les sentir, les faits. » La réitération de l'expérience est alors présentée comme le moyen de donner sens au savoir expérimental et non comme un moyen de le vérifier. Le sens moderne du terme « réplication » n'est ici pas encore visé. L'introduction de l'expérience à l'université de Cambridge donne lieu à des controverses assez féroces quant à sa valeur éducative, venant principalement des mathématiciens[1].

L'ordre moderne des choses

Ces nouveaux scientifiques ne se ressemblent pas et n'ont pas forcément tous accédé à la même reconnaissance académique à travers l'Europe et l'Amérique du Nord. Leurs sites de production de savoir sont encore souvent extérieurs à l'Université ; on les trouve dans des foyers privés ou dans des usines. Ce n'est que graduellement qu'un réseau de jeunes universitaires croît au cours du XIXe siècle. Ils visitent les pays voisins et étudient dans les rares laboratoires d'enseignement qui existent alors à Berlin, Heidelberg, Giessen, Göttingen, Glasgow et Paris. Heidelberg et Berlin ont même juxtaposé leurs laboratoires de physiologie, de physique, de chimie et d'autres disciplines, un processus qui devient emblématique pour l'unification envisagée des sciences. Beaucoup d'étudiants étrangers issus de ces laboratoires précoces établissent leurs propres laboratoires de recherche après leur doctorat[2].

Dans la seconde moitié du XIXe siècle, cette « fertilisation croisée » (comme l'appelle Maxwell) s'intensifie. Néanmoins, malgré les efforts fournis pour adopter des méthodes nouvelles et échanger équipements expérimentaux et savoirs pratiques, des différences majeures demeurent dans les manières de faire, comme le montrent divers carnets de voyage. De ce fait, dans cette Europe du milieu du XIXe siècle, les lieux de cette science sont encore un patchwork fragile de communautés éparpillées dont les visiteurs sont aussi bien des scientifiques que des anthropologues. De plus, l'expérience n'est pas encore pleinement reconnue comme le moyen de produire un savoir naturel plus fiable que le savoir ordinaire. Il faudra encore les efforts concertés de toute une génération de *Handwerksgelehrten* pour rompre avec les traditionnelles normes universitaires, sociales et épistémologiques.

Ce savoir expérimental particulier, qui semble résulter des efforts

1. Sibum 1995 (p. 33-36).
2. Smith et Wise 1989 (p. 104-108), Fox et Guagnini 1999, Schaffer 1994.

combinés d'activités physiques et mentales, reste l'un des blocages les plus difficiles à surmonter pour les élites. Helmholtz doit par exemple répéter aux classes éduquées allemandes que les plus grandes découvertes scientifiques n'ont pas résulté de la simple lecture académique de livres, mais que les scientifiques ont dû s'entraîner à ces techniques manuelles comme, par exemple, des violonistes. L'ingénieur berlinois Franz Reuleaux (1829-1905) rejoint et élargit cet argument en développant l'idée selon laquelle l'analyse et l'application de toute technique humaine, qu'elle soit physique ou mentale, sont les leviers de la civilisation. Avec sa publication majeure sur la cinétique théorique, il tente d'éclairer le processus d'invention qui, selon lui, est encore majoritairement un acte inconscient de production matérielle, un travail humain laborieux, un bricolage ou un *Pröbeln*. Son livre ainsi que sa vaste collection de modèles de machines permettent alors de transformer cette communauté traditionnelle, qui auparavant transmettait oralement son savoir, en une classe d'ingénieurs scientifiques formés. Son livre est immédiatement traduit en anglais, et ses modèles d'enseignement sont reproduits et vendus aux principales universités d'Europe et d'Amérique du Nord. De plus, tel que Reuleaux conçoit sa propre analyse scientifique de la construction de machines, celle-ci ne sert pas juste à élever la condition de la communauté artisanale des ingénieurs : elle fournit une explication universelle du développement des civilisations à une échelle globale. Pour résumer, l'usage des machines et l'amélioration de leur précision, c'est-à-dire la réduction du hasard, est le prérequis et même le moteur de la civilisation humaine[1].

Les scientifiques allemands s'accordent sur le fait qu'un déclin de la précision dans la nouvelle science semble inévitable du fait des difficultés d'accès au savoir-faire artisanal le plus avancé. Reuleaux, Helmholtz et Wilhelm Förster (1832-1921) attribuent cela au succès de l'industrie de masse. Par exemple, les salaires élevés dans l'industrie du verre poussent les artisans les plus talentueux à tourner le dos à la science, au moment même où la science et l'ingénierie nécessitent les meilleurs fabricants d'instruments et techniciens afin de produire des instruments d'une précision supérieure aux normes industrielles tout en faisant état d'un engagement infaillible. Ou plutôt, pour citer Förster :

> La technologie de haute précision est une fusion de la science et de l'art : elle a pour but de transformer la construction idéale mathématique en un matériau plus ou moins façonnable en mobilisant un pouvoir créateur individuel et la meilleure performance des mains et des sens en général. Mais, c'est

1. Reuleaux 1875 et 1884.

> seulement une civilisation qui accorde la même valeur aux créations de cette fusion qu'aux beaux-arts qui pourra bénéficier du succès économique qu'elles apportent[1].

En Allemagne, ces éminents scientifiques réussissent à persuader les responsables politiques de l'importance culturelle de la précision dans la science et dans la société. Förster parle même du *Genauigkeitssinn* (un sens spécial d'exactitude et de précision) comme d'une caractéristique des Allemands qui doit être cultivée. Ces débats aboutissent à la fondation de la Physikalisch-Technische Reichsanstalt en 1880[2]. Un de ses premiers projets est la production de thermomètres très précis, en collaboration avec les verreries d'Iéna. Le technicien du verre et futur *Privat Docent* en physique à l'université d'Iéna Eberhard Zschimmer décrit cette collaboration unique de science et de savoir-faire comme un moyen de parvenir à « *die vollkommene Freiheit über das Material* » – la liberté absolue sur la matière.

L'Allemagne n'est qu'un exemple parmi d'autres montrant comment un nouveau régime de savoir scientifique s'installe dans la seconde moitié du XIX^e^ siècle. Mais, dans d'autres pays européens, cette transformation suit une dynamique différente. De plus en plus de chaires de physique expérimentale sont établies dans les universités européennes. Cela démontre l'émancipation progressive de cette tradition de savoir expérimental qui se retrouve maintenant incorporée à l'Académie, avec de profondes conséquences sur l'éducation universitaire. Des laboratoires d'enseignement sont érigés pour assurer la formation des deux dimensions, intellectuelle et manuelle, de ce type nouveau de scientifiques. Mais cela ne va pas sans heurts. À Cambridge, par exemple, un tel projet est fortement critiqué par des universitaires tels qu'Isaac Todhunter (1820-1884), qui met en cause la valeur éducative globale de l'expérience. En particulier, il doute que l'art de l'expérience puisse même être enseigné. Qui plus est, ce type d'enseignement contribuerait selon lui à transférer l'autorité de l'enseignant à l'expérimentateur : comment alors contrôler cet enseignement et évaluer les étudiants ? Maxwell a beaucoup contribué à la promotion de ce nouveau type de formation à Cambridge. Comme Helmholtz, il promeut une conception de l'induction qui insiste sur la similitude fondamentale entre l'activité intellectuelle d'un physicien expérimentaliste et celle d'un artiste. De plus, il tente constamment de brouiller les frontières épistémologiques et sociales, tout comme le *Handwerksgelehrte*

1. Förster 1900 (p. 41).
2. Cahan 1989.

Zschimmer, qui critique la conception pauvre du *Bildung* du ministre de l'Éducation allemand :

> Lorsqu'on entend parler du succès des gens talentueux en Allemagne, on entend par talent la capacité de travail intellectuel, alors que les gens sans talent se contentent du travail manuel [...] Mais ce contraste entre des travailleurs intellectuels et manuels est tout simplement artificiel [...] Tout dépend du pouvoir créatif, et non de la proportion de travail intellectuel ou manuel. L'intelligence corporelle est un concept que les enseignants allemands à l'Université n'ont pas complètement compris et dont ils ne réalisent pas l'importance pour l'avancement de notre culture[1].

Ce n'est cependant pas ce genre de débats sur la *Bildung* qui ouvre la voie académique aux sciences physiques au XIX^e^ siècle – c'est plutôt le succès commercial et politique de cette production de savoir (réalisée pour la plupart en dehors de l'Université) qui donne à cette science sa prééminence. Mais elle est encore confrontée à des pratiques universitaires traditionnelles et mène donc à des réflexions fondamentales sur les bases mêmes de la fabrication du savoir. Cette nouvelle génération de *Handwerksgelehrten* – ces troisièmes hommes – multiplie les efforts pour renouveler l'Université européenne traditionnelle.

Des carnets de voyage de scientifiques rendent compte de l'hétérogénéité de cette nouvelle science et de l'intérêt d'inventer un nouveau régime d'enseignement qui permettrait de former le scientifique moderne. Le physicien américain Henry Rowland (1848-1901), de la toute jeune université Johns Hopkins (fondée en 1876), est un acteur clé de cette transformation. Envoyé par son fondateur et premier président, Daniel C. Gilman (1831-1908), pour établir un état des lieux de la science dans les terres européennes, ses notes et sa correspondance pendant son séjour d'un an témoignent de l'hétérogénéité des communautés qu'il rencontre. Elles préfigurent aussi l'effet en retour que son travail de terrain aura sur l'établissement d'un nouveau régime de savoir dans sa propre université. Rowland en vient rapidement à réaliser qu'en Europe non seulement les scientifiques ont des conceptions théoriques très différentes d'un même phénomène naturel, mais qu'en outre leurs protocoles expérimentaux et normes de précision respectifs diffèrent beaucoup entre eux[2]. Déçu par les Européens, il écrit dans son carnet, dès la deuxième semaine de son voyage, qu'il serait lui-même capable de pratiquer une meilleure science en Amérique. D'après lui, la physique moderne nécessite des ateliers

1. Zschimmer 1922 (p. 112-114).
2. Sibum 2002.

dotés d'outils et de machines capables de produire des instruments du plus haut standard, et des instrumentiers possédant des savoir-faire hors du commun afin de fournir au chercheur des instruments de précision d'une qualité exceptionnelle. Enfin, il faudrait concevoir des enseignements en physique bien équilibrés entre méthodes mathématiques et expérimentales, ce qui « ne comblera pas seulement un besoin longuement ressenti, n'attirera pas seulement des classes d'élèves qui autrement iraient poursuivre leurs études en Allemagne », mais formera aussi « des physiciens de la précision ».

Pour Rowland, seul un tel régime d'éducation pratique peut permettre à « l'ordre moderne des choses » de fonctionner, une phrase qu'il invente à l'occasion de l'ouverture d'un nouveau laboratoire de physique. Cet ordre aurait été inauguré par Galilée, le premier chercheur à avoir soumis son raisonnement à l'épreuve expérimentale. Dans le laboratoire de Rowland, les étudiants de la nouvelle génération doivent apprendre à

> constamment tester leurs connaissances et donc voir par eux-mêmes les tristes résultats d'une vague spéculation ; ils doivent apprendre par l'expérience directe qu'il existe dans ce monde une chose comme la vérité et que leur esprit est fort susceptible de faire des erreurs. Ils doivent répéter les expériences et les problèmes jusqu'à devenir des hommes d'action et non de théorie. Là réside l'intérêt du laboratoire dans l'éducation générale : former l'esprit aux bonnes méthodes de pensée en le mettant constamment en contact avec la vérité absolue[1]…

Rowland visite les laboratoires les plus prestigieux d'Europe ; il participe même à des expériences au laboratoire de Helmholtz à Berlin, dont il discute avec Maxwell à Cambridge. Il est donc parfaitement apte à juger des pratiques scientifiques européennes. Il est rapidement convaincu qu'il peut rapatrier le projet scientifique européen en lui donnant une nouvelle impulsion. Il voit toutefois un double obstacle à cela : d'abord,

> l'état actuel de l'éducation dans les écoles et les universités dans lesquelles la plupart des sujets, y compris les sciences, sont enseignés comme un exercice de la mémoire. J'ai moi-même assisté, dans une école prestigieuse, au panorama mélancolique de jeunes femmes destinées à un avenir d'intellectuelles récitant page après page par cœur, sans qu'on ait le moindre souci de savoir si elles comprenaient le sujet ou non… On enseigne des mots, de simples mots produisant un état d'esprit loin de celui susmentionné… L'objet de la formation consiste non seulement à produire un homme qui sait, mais un homme qui

1. Rowland 1886 (p. 574-575), Cahan 1985.

> fait ; celui qui laisse son empreinte sur la lutte pour la survie et qui réussit ce qu'il entreprend ; celui qui peut résoudre les problèmes de la nature et de l'humanité au fur et à mesure qu'on les rencontre et qui, quand il sait qu'il a raison, a la force et le courage d'en convaincre le monde.

Deuxièmement, il est persuadé de pouvoir perfectionner encore plus les normes de précision. Pour le siècle à venir, il ambitionne de former des *physiciens de la précision* qui serviront de modèle à notre civilisation moderne et qui seront les points de passage obligés de l'acquisition des savoirs scientifiques. En cela il suit de près ses alliés européens, comme William Thomson (Lord Kelvin, 1824-1907), qui quelques années plus tôt avait notamment déclaré :

> Je dis souvent que lorsque l'on peut mesurer ce dont on parle, quel que soit le sujet, et l'exprimer numériquement, on en sait quelque chose ; mais quand on ne peut pas le mesurer, quand on ne peut pas l'exprimer en nombres, alors ce savoir est exsangue et laisse à désirer ; cela peut constituer les germes d'un savoir, mais il est loin d'atteindre l'état de *science*[1].

Conclusion

Au tournant du siècle, un puissant régime de savoir appelé « science » s'installe dans les universités d'Europe et d'Amérique du Nord. Ce savoir, fondé sur l'expérience contrôlée, est pratiqué par un type nouveau de chercheurs ayant suivi une formation rigoureuse, à la fois intellectuelle et manuelle, dans des laboratoires d'enseignement nouvellement établis. Savoir traditionnel ancré dans l'expérience sensible longtemps séparée de la *scientia*, la *Wissenschaft* devient désormais le noyau dur de la science moderne. La physique, en particulier, sert de fondation pour toutes les autres sciences, pour la technologie et même pour l'État-nation moderne. De manière assez parlante, le physicien allemand Otto Wiener, lors de son installation à la chaire de physique expérimentale à l'université de Leipzig et à la direction du plus grand laboratoire du pays à l'époque, intitule sa leçon inaugurale « L'extension des sens » – célébrant ainsi la grande transformation qu'a subie la science durant le long XIX^e^ siècle. « Surmonter la spéculation, révéler les sens, poser les fondations des sciences empiriques : tels furent les apports du XIX^e^ siècle[2]. » Cependant, afin de comprendre ce nouvel état d'esprit de la physique moderne (« *den*

1. Thomson 1891 (p. 82-83).
2. Wiener 1900, Dietzgen 1869 (p. 57).

Geist der modernen Physik»), les étudiants auront à acquérir de manière pratique des méthodes de la mesure de la précision.

Le pouvoir économique, politique et épistémologique de cette science moderne ne réussit pourtant pas à faire taire des voix discordantes. Par exemple, celle du physicien Michael Polanyi qui exprime bien la peur que l'obsession de la précision ait rendu folle la physique. Pour lui, il demeure toujours un reste d'incertitude, même dans un travail scientifique de haute précision.

> Évidemment, le seul fait qu'il n'y a pas de certitude absolue dans ce que nous désignons comme lois naturelles exactes devrait conduire à la conclusion que ces lois n'ont de valeur que quand on prend en compte l'élément inhérent d'incertitude qu'elles recèlent, incertitude qui est compensée par la foi, sanction suprême de validité[1].
>
> *Traduit par Arjoun Raj*

Références bibliographiques

Bennett James A., 1985, « Instrument Makers and the "Decline of Science in England" : The Effects of Institutional Change on the Elite Makers », *in* Peter R. de Clercq (dir.), *Nineteenth-Century Scientific Instruments and Their Makers*, Amsterdam, Rodopi, p. 13-27.

– 2002, « The Travels and Trials of Mr. Harrison's Timekeeper », *in* M.-N. Bourguet *et al.*, *op. cit.*, p. 75-95.

Blondel Christine et Dörries Mathias (dir.), 1994, *Restaging Coulomb : Usages, controverses et réplications autour de la balance de torsion*, Florence, Leo S. Olschki.

Bourguet Marie-Noëlle, Licoppe Christian et Sibum H. Otto (dir.), 2002, *Instruments, Travel and Science : Itineraries of Precision from the Seventeenth to the Twentieth Century*, Londres et New York, Routledge.

Cahan David, 1985, « The Institutional Revolution in German Physics (1865-1914) », *Historical Studies in the Physical Sciences*, vol. 15, nº 2, p. 1-65.

– 1989, *An Institute for an Empire. The Physikalisch-Technische Reichsanstalt (1871-1918)*, Cambridge, Cambridge University Press.

Daston Lorraine, 2003, « Knowledge and Science : The New History of Science », *in* Miguel Herrero y Rodríguez de Miñón et Johannes-Michael Scholz (dir.), *Las ciencias sociales y la modernización*, Madrid et Berlin, RACMP et MPIWG, p. 33-52.

Dietzgen Joseph, 1973 [1869], « Das Wesen der menschlichen Kopfarbeit. Dargestellt von einem Handarbeiter. Eine abermalige Kritik der reinen und praktischen Vernunft », *in* Joseph Dietzgen, *Das Wesen der menschlichen Kopfarbeit und andere Schriften*, éd. par Hellmut G. Haasis, Darmstadt, Luchterhand.

Erxleben Johann Christian Polycarp, 1794, *Anfangsgründe der Naturlehre*, 6, Aufl., mit Verbesserungen und vielen Zusätzen von G.C. Lichtenberg, Göttingen, Dieterich.

1. Polanyi 1936.

Fleck Ludwik, 1986 [1929], « On the Crisis of Reality », *in* Robert S. Cohen et Thomas Schnelle, *Cognition and Fact. Materials on Ludwik Fleck*, Dordrecht, D. Reidel, p. 47-57.

Förster Wilhelm, 1900, « Sternkunde und gewerbliche Arbeit », *in* Julius Eckstein et J.J. Landau (dir.), *Deutsche Industrie. Deutsche Kultur*, Berlin, Fischer, p. 38-42.

Fox Robert et Guagnini Anna (dir.), 1999, *Laboratories, Workshops and Sites : Concepts and Practices of Research in Industrial Europe (1800-1914)*, Berkeley (CA), Office for History of Science and Technology.

Ginn William Thomas, 1991, *Philosophers and Artisans : The Relationship between Men of Science and Instrument Makers in London (1820-1860)*, thèse de doctorat, université de Kent à Canterbury.

Helmholtz Hermann von, 1871, *Über die Ziele und Fortschritte der Naturwissenschaft*, Brunswick, Friedrich Vieweg & Sohn.

Hochadel Oliver, 2000, *Öffentliche Wissenschaft. Elektrizität in der deutschen Aufklärung*, Göttingen, Wallstein.

Kaplan Steven L. et Koepp Cynthia J. (dir.), 1986, *Work in France : Representations, Meaning, Organization, Practice*, Ithaca (NY), Cornell University Press.

Klein Ursula (dir.), 2012, « Artisanal-Scientific Experts in Eighteenth-Century France and Germany », *Annals of Science*, vol. 69, p. 303-440.

Kuhn Thomas S., 1977, « Mathematical versus Experimental Traditions in the Development of the Physical Science », *in* Thomas S. Kuhn, *The Essential Tension : Selected Studies in Scientific Tradition and Change*, Chicago (IL), University of Chicago Press, p. 31-65.

Lawrence Christopher et Shapin Steven (dir.), 1998, *Science Incarnate : Historical Embodiments of Natural Knowledge*, Chicago (IL), University of Chicago Press.

Licoppe Christian, 1996, *La Formation de la pratique scientifique. Le discours de l'expérience en France et en Angleterre (1630-1800)*, Paris, La Découverte.

Meya Jörg et Sibum Heinz Otto, 1987, *Das fünfte Element. Wirkungen und Deutungen der Elektrizität*, Reinbek, Rowohlt Verlag.

Mokyr Joel, 2002, *The Gifts of Athena : Historical Origins of the Knowledge Economy*, Princeton, Princeton University Press.

Morrell Jack et Thackray Arnold, 1981, *Gentlemen of Science : Early Years of the British Association for the Advancement of Science*, Oxford, Clarendon Press.

Nollet Jean-Antoine, 1753, *Discours sur les dispositions et sur les qualités qu'il faut avoir pour faire du progrès dans l'étude de la physique expérimentale*, Paris ; trad. allemande, *Rede von der nötigen Geschicklichkeit zur Erforschung der Natur, welche er den 15. Mai 1753 bei dem Antritte seines öffentlichen Lehramtes in dem Navarrischen Collegio gehalten*, Erfurt, 1755.

Pancaldi Giuliano, 2002, « Appropriating Invention : The Reception of the Voltaic Battery in Europe », *in* M.-N. Bourguet *et al.*, *op. cit.*, p. 126-155.

Pannabecker John R., 1998, « Representing Mechanical Arts in Diderot's *Encyclopédie* », *Technology and Culture*, vol. 39, p. 33-73.

Pietsch Annik, 2014, *Material, Technik, Ästhetik und Wissenschaft der Farbe (1750-1850). Eine produktionsästhetische Studie zur « Blüte » und zum « Verfall » der Malerei in Deutschland am Beispiel Berlin*, Berlin, Deutscher Kunstverlag.

Polanyi Michael, 1936, « The Value of the Inexact », *Philosophy of Science*, vol. 3, p. 233-234.

Reuleaux Franz, 1875, *Theoretische Kinematik. Grundzüge einer Theorie des Maschinenwesens*, Brunswick, Vieweg.

– 1884, « Kultur und Technik », *Zeitschrift des niederösterreichischen Gewerbevereins*, p. 1-37 ; repris *in* Carl Weihe, *Franz Reuleaux und seine Kinematik*, Berlin, Springer, 1925, p. 65-95.
Roberts Lisa, Schaffer Simon et Dear Peter (dir.), 2007, *The Mindful Hand : Inquiry and Invention from the Late Renaissance to Early Industrialisation*, Amsterdam, KNAW.
Rowland Henry A., 1886, « The Physical Laboratory in Modern Education », *Science*, vol. 7, p. 573-575.
Schaffer Simon, 1983, « Natural Philosophy and Public Spectacle in the Eighteenth Century », *History of Science*, vol. 21, p. 1-43.
– 1994, *From Physics to Anthropology – and Back Again*, Cambridge, Prickly Pear Press.
– 1997, « Experimenters' Techniques, Dyers' Hands, and the Electric Planetarium », *Isis*, vol. 88, p. 456-483.
Schimank Hans, 1974, « Zur Geschichte der Physik an der Universität Göttingen vor Wilhelm Weber (1734-1830) », *Rete : Strukturgeschichte der Naturwissenschaften*, nº 2, p. 207-252.
Shapin Steven et Schaffer Simon, 1993 [1985], *Leviathan et la pompe à air. Hobbes et Boyle entre science et politique*, Paris, La Découverte.
Sibum H. Otto, 1995, « Working Experiments : A History of Gestural Knowledge », *The Cambridge Review*, vol. 116, nº 2325, p. 25-37.
– 1997, « Charles-Augustin Coulomb (1736-1806) », *in* Karl von Meyenn *Die Grossen Physiker*, t. 1 : *Von Aristoteles bis Kelvin*, (dir.), Munich, C.H. Beck, p. 243-262.
– 1998, « Les gestes de la mesure. Joule, les pratiques de la brasserie et la science », *Annales. Histoire, sciences sociales*, nos 4-5, juillet-octobre, p. 745-774.
– 2002, « Exploring the Margins of Precision », *in* M.-N. Bourguet *et al.*, *op. cit.*, p. 216-242.
Smith Crosbie et Wise M. Norton, 1989, *Energy and Empire : A Biographical Study of Lord Kelvin*, Cambridge, Cambridge University Press.
Sumner James, 2013, *Brewing Science, Technology and Print (1700-1880)*, Londres, Pickering & Chatto.
Thomson William, 1891, « Electrical Units of Measurement », *Popular Lectures and Addresses*, Londres, Macmillan, vol. 1, p. 82-83.
Werrett Simon, 2010, *Fireworks : Pyrotechnic Arts and Sciences in European History*, Chicago (IL), University of Chicago Press.
Wiener Otto, 1900, *Die Erweiterung unserer Sinne. Akademische Antrittsvorlesung gehalten am 19. Mai 1900*, Leipzig, J.A. Barth.
Wigney George Adolphus, 1838, *An Elementary Dictionary, or Cyclopediae, for the Use of Maltsters, Brewers, Distillers, Rectifiers, Vinegar Manufacturers, and Others*, Brighton et Londres, Sickelmore and Richardson.
Wise M. Norton, [à paraître], *Aesthetics of Science : Hermann Helmholtz and the Berlin Physical Society*.
Wolff Christian, 1764, « Vorrede », *in* Bernard Forest de Bélidor, *Architectura hydraulica, oder Die Kunst, das Gewässer zu denen verschiedentlichen Nothwendigkeiten des menschlichen Lebens zu leiten, in die Höhe zu bringen, und vortheilhaftig anzuwenden*, Augsbourg.
Zschimmer Eberhard, 1922, *Die Überwindung des Kapitalismus*, Iéna, Volksbuchhandlung.



14 Hégémonie impériale ou interaction constructive ? L'Inde coloniale au XIXe siècle

KAPIL RAJ

Par un après-midi froid et humide de novembre 1766, la diligence quotidienne venue de Londres s'arrête sur Cornmarket Street au centre d'Oxford. Fait somme toute banal – si ce n'est que l'un des passagers n'est pas tout à fait comme les autres. Arborant une barbe noire, drapé dans une longue tunique rose avec un *cummerbund* au niveau de la taille, portant un châle finement brodé et un turban multicolore, notre voyageur n'est autre que le Mirza [Sieur] Sheikh I'tesam ud-Din (*ca.* 1730-*ca.* 1800), envoyé par l'empereur moghol Shah 'Alam (*r.* 1759-1806) auprès du roi d'Angleterre George III pour protester contre les exactions des employés de la Compagnie anglaise des Indes orientales qui viennent de conquérir une partie importante de ses territoires, et pour lui demander l'envoi de troupes britanniques pour maintenir l'ordre. Ce lettré bengali aux origines persanes a été choisi pour son expérience d'agent de la Compagnie lors des négociations avec les royaumes indiens jouxtant la province moghole de Bengale, dont la Compagnie s'est emparée au début de la guerre de Sept Ans. Débarqué à Londres en septembre 1766 après une courte escale à Nantes, le Mirza exprime le désir de visiter la « grande *medersah* » d'Oxford dont il a tant entendu parler. Il est accueilli à la sortie de la diligence par le célèbre orientaliste Thomas Hunt (1696-1774), titulaire des chaires d'arabe et d'hébreu à Oxford. Le professeur lui présente son élève préféré, William Jones (1746-1794), destiné à devenir le plus grand orientaliste du XVIIIe siècle.

Durant le mois qu'il passe à Oxford, on lui montre l'observatoire, ses lunettes, astrolabes et planétaires, mais ce sont les nombreuses bibliothèques de l'université qui l'intéressent, et notamment les trésors orientaux qu'elles hébergent. Ces textes étant difficiles d'accès pour les spécialistes

◀ Un « gentleman » européen avec son *munshee* – son professeur indien de langues, 1813.

locaux, l'tesam ud-Din traduit pour ses hôtes de nombreux textes écrits en arabe, turc et persan, cette dernière langue n'ayant à l'époque aucun adepte à l'université[1]. À la demande de William Jones, il traduit également les douze règles de la grammaire persane du *Farhang-e Jahangiri*, un dictionnaire persan classique du début du XVII^e^ siècle dû au grand linguiste moghol Husayn Enju. Jones ne perd d'ailleurs pas de temps et transforme la traduction en un manuel de persan à l'usage des employés de la Compagnie[2] – le persan étant la langue officielle de l'Empire moghol et celle des territoires nouvellement conquis par la Compagnie. « L'ayant fait imprimer – remarque le Mirza –, il [Jones] l'a ensuite vendu, faisant ainsi une coquette somme d'argent[3]. » Bien entendu, l'tesam ud-Din n'est ni cité ni remercié[4].

Cette relation résume assez bien plusieurs aspects des rapports entre Britanniques et Indiens autour des sciences et savoirs. D'abord, elle perturbe l'idée d'une Europe qui en aurait été la seule productrice et détentrice, ses connaissances se diffusant par la suite dans le reste du monde[5]. Notre anecdote montre que les flux interculturels sont beaucoup plus complexes, et que la nature de cette interaction est inscrite dans la durée : l'aristocrate musulman l'tesam ud-Din, tout comme d'autres lettrés indiens, a déjà travaillé avec ou pour les *Firangis*[6] depuis l'arrivée des Européens dans l'océan Indien. Il l'a fait en tant que négociateur, traducteur et juriste, rendant intelligibles les savoirs d'une culture à une autre, faisant de lui un intermédiaire indispensable, un « go-between ».

Au cours des siècles, cette collaboration prend de l'ampleur. Venus dans un premier temps prendre part au commerce des épices et autres produits de luxe, les Européens ne sont initialement, en Inde, que quelques centaines de civils aidés de quelques milliers de soldats et marins. Mais, même à l'apogée de l'Empire britannique au XX^e^ siècle, la présence britannique en Inde n'excède jamais quelques dizaines de milliers de civils – un nombre trop faible pour se passer d'intermédiaires autochtones[7]. Dès leur arrivée, des collaborations s'établissent donc entre Britanniques et

1. Ceci est une reconstruction d'après le récit de voyage du Mirza écrit en persan en 1784-1785 et publié quatre décennies plus tard en traduction anglaise : Alexander 1827.
2. Jones 1771.
3. Alexander 1827, (p. 66).
4. Tavakoli-Targhi 1996.
5. Pour une des meilleures formulations de ce schéma diffusionniste, voir Basalla 1967. Pour une critique de ce modèle, voir Adas 2006, Habib et Raina 2007 (Introduction).
6. Mot d'origine persane, littéralement « les Francs », qui désigne indifféremment tous les Européens.
7. Selon une estimation, pour la province de Madras pendant la première moitié du XIX^e^ siècle, la proportion de Britanniques par rapport aux Indiens au service de l'administration coloniale était de 1 pour 180. Voir Frykenberg 1965, (p. 7).

banians (banquiers et marchands), armateurs, *munshis* (secrétaires), *dubashis* (interprètes), *harkaras* (informateurs toutes mains), *karigars* (artisans, tisserands, joailliers, charpentiers, constructeurs de navires, marins…). Dans le cadre des rivalités intra-européennes de la seconde moitié du XVIII^e siècle (en particulier avec la France), cette collaboration va même jusqu'à la création d'une armée formée de soldats, artificiers et armuriers indigènes.

D'une manière plus significative que ce simple argument numérique, les Européens, car ils sont étrangers, sont épistémologiquement dépendants des autochtones pour accéder aux savoirs des cultures avec lesquelles ils interagissent et que, à partir du milieu du XVIII^e siècle, ils gouvernent[1]. La plupart des Européens, et notamment les Anglais, arrivent souvent en Inde en tant qu'employés âgés de quatorze à dix-sept ans avec une seule idée en tête : faire fortune. Une connaissance de la règle de trois et de la comptabilité, accompagnée de quelques appuis bien placés, suffit alors pour intégrer la Compagnie. Leur véritable formation aux affaires de la Compagnie, à ses usages et procédures, ainsi que, plus largement, aux us et coutumes de l'Inde, est donc laissée aux *munshis* indigènes qui vont parfois jusqu'à leur procurer une « épouse », une *búbú*. Celle-ci est décrite par le célèbre orientaliste, géographe, poète et diplomate Sir Richard Burton (1821-1890), avec son ironie caractéristique :

> Véritable « dictionnaire ambulant », [la *búbú*] est indispensable à l'Étudiant ; elle lui apprend non seulement la grammaire hindoustanie mais aussi la syntaxe de la vie indigène. Elle s'occupe de la maison, ne lui permettant jamais d'épargner de l'argent, ni, si possible, de le gâcher. Elle veille au bon ordre des domestiques. Elle possède une recette infaillible pour empêcher la maternité, surtout si son contrat d'embauche le stipule. Elle s'occupe de lui lorsqu'il est malade, et est une des meilleures infirmières qui soient. Comme il n'est pas bon pour un homme de vivre seul, elle lui fournit une sorte de foyer[2].

Au-delà de l'anecdote, la proximité entre acteurs des deux cultures assure une porosité des pratiques, idées et discours qui affecte de manière significative les façons de faire[3]. Elle produit aussi des innovations scientifiques ou techniques qui n'ont de précurseurs dans aucune des deux cultures. Cette interaction, qui est ancienne, change toutefois de nature

1. Au sujet des intermédiaires en histoire des sciences, voir Schaffer, Roberts, Raj et Delbourgo 2009 ; et Raj [à paraître].
2. Burton 1893 (vol. 1, p. 135).
3. À ce sujet, voir Bellenoit 2014.

à partir du milieu du XVIIIe siècle. Elle intègre alors les interlocuteurs des deux régions dans des structures institutionnelles plus formelles, même si c'est avec de fortes asymétries en faveur des maîtres coloniaux, tant dans les conditions de travail que les rémunérations[1]. Dans la suite de ce chapitre, nous allons voir de plus près l'évolution de cette interaction au cours de notre long XIXe siècle et l'influence qu'elle a sur le développement des sciences et des savoirs.

La linguistique comme théorie politique

Commençons par un rappel historique : deux événements majeurs bouleversent l'histoire du sous-continent indien au milieu du XVIIIe siècle. L'invasion de l'Inde du Nord et le sac de Delhi en 1739 par le souverain iranien Nadir Shah (1688-1747), qui sonne le glas de l'Empire moghol, accélérant son effondrement et la montée d'autres puissances régionales. Puis la conquête du Bengale par la Compagnie des Indes au début de la guerre de Sept Ans pour des raisons stratégiques dérivant des rivalités intra-européennes. Ce bouleversement de la donne géopolitique régionale fait de la Compagnie, et donc des Britanniques, un nouvel acteur majeur sur la scène sud-asiatique.

Une fois le Bengale conquis, les nouveaux maîtres s'engagent dans la gestion politique d'un vaste territoire, et la collaboration entre Britanniques et indigènes s'élargit à la fiscalité, à l'administration de la justice, puis à l'éducation. Elle s'élargit également aux sciences tels la linguistique, l'arpentage, la cartographie, l'astronomie et la botanique[2]. Dans un premier temps toutefois, les fonctionnaires de la Compagnie consacrent l'essentiel de leur énergie à piller la région et à détourner ses richesses vers des fortunes privées[3]. 10 millions de vies sont sacrifiées en trois ans (un tiers de la population du Bengale de l'époque, presque tous paysans ou artisans), victimes d'une taxation impitoyable qui entraîne ruine et famine[4].

En 1772, le Parlement britannique se résout à rétablir l'ordre au Bengale, et la collaboration entre Britanniques et indigènes devient plus organique. Les Britanniques conservent les structures administratives en place et la

1. Kumar 1995.
2. Faute de place, nous n'allons traiter ici que les trois premiers domaines. Pour l'astronomie, voir Schaffer 2007 et 2009. Pour la botanique, voir Noltie 2008. Pour une histoire des sciences plus complète pendant la période coloniale, voir Arnold 2000, Habib et Raina 2007.
3. Pour une liste détaillée des atrocités commises par les Britanniques, voir Great Britain 1803.
4. Kumar 1982 (p. 299).

plupart des fonctionnaires de rang intermédiaire. Hérités des administrations mogholes ou princières, les responsables des archives et cadastres, les arpenteurs, percepteurs, magistrats, sous-préfets, policiers, scribes ou instituteurs font le lien entre la puissance coloniale et les populations locales. On nomme toutefois, bien sûr, un certain nombre de personnes issues de la haute administration britannique aux postes clés de la nouvelle administration, qui est étroitement surveillée par le Parlement à Londres.

Ainsi, William Jones lui-même, devenu juriste, membre de la Société royale de Londres, et anobli pour ses travaux orientalistes, arrive en Inde en 1783 en tant que juge à la Cour suprême de Calcutta, capitale des territoires britanniques en Inde. Dans l'exercice de son métier, Jones dépend de l'avis des juristes musulmans et hindous. Il s'appuie sur un vaste réseau d'une vingtaine d'érudits asiatiques qu'il qualifie de « mon établissement privé de lecteurs et scribes[1] ». Il s'agit d'éminents intellectuels hindous et musulmans dont… I'tesam ud-Din lui-même[2].

Maîtrisant assez bien le persan et l'arabe écrits, Jones ne connaît pas le sanscrit, langue dans laquelle la plupart des textes juridiques hindous sont écrits – et il ne s'intéresse d'abord pas à l'apprentissage de langues nouvelles : « Je ne considère les langues que comme de simples instruments de savoir réel – écrit-il – et je pense qu'on a tort de les confondre avec lui. » Pourtant, deux ans plus tard, le même William Jones adopte une position radicalement différente :

> La langue sanscrite, aussi antique soit-elle, est d'une structure admirable, plus parfaite que le grec, plus riche que le latin et plus raffinée que l'un et l'autre ; on lui reconnaît pourtant plus d'affinités avec ces deux langues, dans les racines des verbes et dans les formes grammaticales, qu'on ne pourrait l'attendre du hasard. Cette affinité est telle, en effet, qu'un philologue ne pourrait examiner ces trois langues sans croire qu'elles sont sorties d'une source commune qui peut-être n'existe plus[3].

Ce passage, peut-être le plus connu des écrits de William Jones, est communément célébré comme la pierre angulaire de la linguistique scientifique et de la philologie comparée. Ainsi Jones est-il traité, dans l'historiographie, comme un génie qui arrive à établir seul ces relations entre les différents groupes linguistiques du monde. La réalité est cependant tout autre. Pour qui a une familiarité avec les théories politiques et

1. Jones 1970 (vol. 2, p. 798).
2. Pour une analyse plus détaillée de William Jones en Inde, voir Raj 2001.
3. Jones 1788 (p. 422-423).

linguistiques de la période moghole, la similitude est frappante entre celles-ci et les thèses de Jones. Comme le montre l'historien Muzaffar Alam, il existe, depuis au moins le XVI^e siècle, des traditions soufies qui fournissent les bases doctrinaires pour une synthèse religieuse et une fusion culturelle entre l'islam et l'hindouisme à partir d'une analyse linguistique comparée[1].

Vers le milieu du XVIII^e siècle, le poète, lexicographe et linguiste indien Siraj al-Din 'Ali Khan Arzu (mort en 1756) écrit un traité détaillé, *Muthmir*, sur le persan et analyse ses liens avec le sanscrit en déployant le même raisonnement que Jones[2]. Ce texte connaît une grande circulation et plusieurs indices laissent supposer que les collaborateurs de Jones en ont connaissance[3]. Les lettrés persanisés de l'Empire moghol, tel I'tesam ud-Din, reçoivent en effet une formation dans les grandes théories politiques, y compris celles qui légitiment un syncrétisme entre l'islam et l'hindouisme[4]. Les ethnographies islamiques et les classifications des peuples dans les grands empires musulmans s'inspirent des mêmes récits bibliques que ceux à l'œuvre chez les grands mythographes européens comme Isaac Newton et William Jones[5]. Une analyse de ses écrits indiens montre clairement que, par l'établissement d'un lien entre sanscrit, latin et grec, Jones cherche à légitimer le régime colonial britannique en Inde. Dans sa correspondance, il fait d'ailleurs parfois référence à ses discussions à ce sujet avec des interlocuteurs indigènes[6].

Le détour par l'Inde de la cartographie britannique

La linguistique n'est pas le seul domaine où une collaboration étroite entre Indiens et Britanniques s'installe. Au cours des XVII^e et XVIII^e siècles, comme d'autres Européens commerçant avec l'Orient, les Britanniques cartographient les mers et les côtes entre l'Europe et l'Asie. Cartes et relevés routiers maritimes sont alors des outils indispensables à la navigation, et ils forment une part essentielle du bagage du bon marin depuis au moins le XIII^e siècle. Les Européens ne font toutefois pas de grands efforts pour cartographier l'intérieur des terres, en partie parce que leurs comptoirs sont situés sur la côte ou, comme au Bengale, dans l'embouchure des

1. Alam 2004 (notamment p. 91-98).
2. Arzu 1991 [*ca.* 1756].
3. Tavakoli-Targhi 1996.
4. Pour la formation des lettrés en Inde jusqu'à la fin du XVIII^e siècle, voir Alam et Subrahmanyam 2004.
5. Lincoln 2002.
6. Jones 1970.

rivières ; en fait, les cartes ne commencent à faire culturellement partie du vade-mecum du voyageur terrestre européen qu'à partir du XIXe siècle. Pour l'intérieur, et parce qu'ils quittent rarement leur cabinet, les cartographes européens comptent principalement sur les informations rapportées par les voyageurs et missionnaires, lesquels louent souvent les services de guides locaux. Les quelques rares cartes de l'Inde – comme celle de Jean-Baptiste Bourguignon d'Anville (1697-1782), publiée en 1752 – sont ainsi basées sur la géographie ancienne mise à jour d'après les récits de voyageurs contemporains.

La conquête territoriale de l'Asie du Sud par les Britanniques modifie leurs besoins. Les Britanniques commandent désormais des descriptions détaillées de leurs nouvelles possessions, afin d'établir les frontières, tracer les routes commerciales terrestres et fluviales, déterminer l'étendue et les richesses potentielles des terres cultivées, et assurer la régularité et la sécurité des communications[1]. Sur les quelque 200 Britanniques impliqués dans les levés terrestres au XVIIIe siècle, aucun n'a de formation dans les techniques d'arpentage. Comme beaucoup sont des militaires, ils apprennent l'art du relevé de pistes et de grands chemins par la pratique[2]. Malgré ces limites drastiques, ils publient pourtant en 1783 une carte du sous-continent indien avec une précision et une densité d'informations sans pareilles ! Ce qui ne peut s'expliquer que par la manière dont ils utilisent les savoirs et personnels locaux.

Cet « exploit » est d'autant plus étonnant que, vers 1760, quand commencent les premiers levés extensifs en Inde, il n'existe aucune carte détaillée et unifiée des îles Britanniques elles-mêmes. Il n'est pas de pénurie de cartes côtières, portuaires ou des fortifications, ni de cartes routières, de propriétés ou de comtés. Ces dernières sont toutefois réalisées par des arpenteurs dont les savoir-faire et instruments – la chaîne ou le bâton, et l'équerre d'arpenteur – ne permettent aucun levé extensif[3]. Le service cartographique de la Grande-Bretagne et de l'Irlande, l'Ordnance Survey of Great Britain and Ireland, n'est fondé qu'en 1791, et ce n'est pas avant 1801 qu'est produite la première carte d'ensemble, soit presque vingt ans après l'édition de la première carte détaillée de l'Inde[4].

Du côté indien, on n'a pas non plus réalisé de carte détaillée de l'ensemble du sous-continent. On est cependant loin d'une *tabula rasa* géographique attendant l'arrivée des Européens. L'Asie du Sud est largement arpentée, mesurée et représentée bien avant cela. Les techniques sont

1. Raj 2004.
2. Phillimore 1945-1968 (vol. 1, p. 307-400).
3. Voir Bennett et Brown 1982 (p. 10).
4. Pour plus de détails, voir Close 1969, Seymour 1980.

en constant développement, *via* la circulation et l'adaptation négociée de savoir-faire et instruments, processus intimement liés aux cultures et aux économies des régimes d'Asie centrale et occidentale[1]. À cet égard, les buts et techniques de l'arpentage ne sont pas très différents de ceux pratiqués en Angleterre à l'époque[2]. Outre des cartes locales, des relevés routiers détaillés sont réalisés et des registres cadastraux renseignent sur l'étendue et la propriété des terres cultivées dans presque tout le sous-continent[3]. Parmi les instruments de mesure couramment utilisés, on peut citer perches, cordes, graines de céréales et éléments du corps humain (pouces, paumes, pieds, coudées, enjambées…). Mais ceux-ci ne sont pas les seuls. Des fabricants musulmans produisent en Inde des astrolabes, couramment déployés par les astronomes, tant hindous que musulmans, depuis le début du XIVe siècle, pour déterminer des coordonnées célestes et terrestres. Des manuels d'utilisation sont traduits de l'arabe et du persan en diverses langues vernaculaires vers la fin du XIVe siècle[4]. On exploite les mesures souvent sous forme tabulaire qui se trouvent dans des annuaires ou des manuels qui fournissent des descriptions systématiques des provinces et de leurs subdivisions, qui précisent leur situation et leur étendue, remplissant largement, mais non exclusivement, la fonction des cartes telles que nous les concevons aujourd'hui. Le plus connu de ces annuaires est l'*Ain-i Akbari* compilé par le publiciste 'Abu 'al-Fazl ibn Mubarak (1551-1602) à la fin du XVIe siècle[5].

Aussi, comme pour les autres activités coloniales, les Britanniques font appel aux compétences indigènes pour effectuer leurs levés. James Rennell (1742-1830), « sans aucun doute le premier grand géographe anglais », peut être considéré comme le premier à avoir systématisé l'usage de ces traditions disparates conjointement aux méthodes européennes de levés côtiers et terrestres[6]. Celui-ci, comme la plupart de ses compatriotes présents en Inde, a reçu une éducation élémentaire lui permettant de trouver un emploi d'enseigne sur un navire anglais au début de la guerre

1. Szuppe 2004.
2. Bayly 1996 (p. 20 *sq*.).
3. Gole 1989, Phillimore 1952. Pour une histoire générale de la cartographie en Asie du Sud, voir Schwartzberg 1992 (p. 400 *sq*.).
4. Voir Pingree 1981 (p. 52-54), Gunther 1932 (vol. 1, p. 179-228).
5. 'Al-Fazl 1873-1894. Dans la description des douze *soubahs*, ou provinces, de l'empire d'Akbar, 'Al-Fazl décrit les différentes unités de mesure utilisées à travers l'empire pour des levés cadastraux et routiers (vol. 2, p. 58-62 et 414-418). Dans la partie consacrée aux croyances et aux savoirs des hindous, il détaille les moyens utilisés dans la région pour déterminer la longitude et la latitude, à laquelle il joint une table des coordonnées des lieux connus de l'océan Atlantique jusqu'à la Chine (vol. 3, p. 33-36 et 46-105). Voir aussi Sarkar 1901.
6. Markham 1895 (p. 9).

de Sept Ans. Opérant au large des côtes de Bretagne, il apprend par la pratique l'art du levé côtier et portuaire. C'est ce maigre savoir-faire qu'il a l'avantage d'utiliser et de développer en Inde de 1764 à 1777 quand il réussit à se procurer un emploi au service de la Compagnie anglaise des Indes orientales comme ingénieur à l'essai – au moment même où le gouvernement du Bengale cherche désespérément du personnel compétent en cartographie. Il est rapidement nommé ingénieur-topographe en chef (*Surveyor-General*) du Bengale. La première tâche majeure dont il est chargé est de cartographier le delta du Gange. De fait, le relevé des rivières navigables est de première importance pour les Anglais. Rennell considère les bras navigables comme il eût considéré des côtes maritimes, traçant donc une esquisse des milliers d'îles qui forment le delta. Utilisant les techniques apprises dans la marine, il s'informe toutefois auprès des autochtones quant à la navigabilité des divers bras et criques qu'il relève.

À son retour en Angleterre en 1777, lorsqu'il décide d'éditer une carte de l'ensemble du sous-continent, Rennell se sert de ses relevés fluviaux. Pour le reste, quoiqu'il ait conduit quelques relevés terrestres, principalement autour de la région du delta, il s'appuie sur les journaux de marche des soldats et arpenteurs, tant indiens qu'européens. Il est intéressant de constater qu'il mentionne toutes ses sources dans l'introduction au mémoire qui accompagne sa première carte éditée en 1783. Figurent ainsi un cipaye, Ghulam Muhammad, pour « les routes et la région entre le Bengale et le Deccan », Mirza Mughal Beg pour l'Inde du Nord-Ouest et, pour le Gujarat, Sadanand, « un brahmane de génie et savoir hors du commun[1] ». Ses informateurs européens incluent des jésuites et des Français, qui eux-mêmes dépendent grandement des savoirs autochtones. Et Rennell, bien sûr, fait grand usage des tableaux du *Ain-i Akbari.* Dans la Préface de la 1^re^ édition du mémoire, il écrit :

> Pour la division de l'Hindoustan en provinces, etc., j'ai suivi le schéma adopté par l'empereur [moghol] Akbar car il me paraît comme le plus permanent : les idées de frontières ne sont pas seulement imprimées dans l'esprit des indigènes par la tradition, elles sont aussi précisées dans l'*Ain-i Akbari*, annuaire faisant autorité[2].

Dans le cartouche situé en bas à droite de la carte de la péninsule, la coopération entre élites indiennes et britanniques est aussi représentée

1. Rennell 1783 (p. VI, 66 n, 69) et 1781 (p. X). Pour Sadanand, Rennell 1793 (p. 185, n. 6).
2. Rennell 1783 (p. III).

par un brahmane offrant à *Britannia*, protégée par des soldats indiens, des manuscrits sacrés – « *Shasters* [shastra] » –, et d'autres brahmanes attendent avec d'autres manuscrits dans leurs étuis. Au premier plan se trouvent les instruments de l'arpenteur et en arrière-plan un paysan en train de labourer ses terres tandis que des coolies chargent un navire de produits indiens pour l'exportation – en toute probabilité de l'opium (destiné à la Chine) représenté dans la couronne qui entoure le cartouche[1].

La carte de Rennell est bien plus dense en informations que les cartes de l'Angleterre ou de ses territoires d'outre-mer produites jusqu'alors, et elle sert de modèle quant au détail et à la précision pour la future carte d'Angleterre. En reconnaissance de ses accomplissements, Rennell reçoit en 1791 la médaille Copley, le prix le plus prestigieux de la Royal Society. À cette occasion, Sir Joseph Banks (1743-1820), président de la société, proclame :

> Pourrais-je me permettre de dire que l'Angleterre, fière d'être estimée la reine du progrès scientifique par les nations voisines, puisse se vanter d'une carte générale aussi bien exécutée que celle du Bengale et du Bihar par le Major [Rennell], un territoire considérablement plus grand que toute la Grande-Bretagne et l'Irlande ; […] la précision de ses levés demeure sans rivale comparée aux meilleures cartes départementales que cette nation a jusqu'alors été capable de produire[2].

Rennell mène alors campagne pour engager le gouvernement à entreprendre une cartographie uniforme des îles Britanniques. Rejoint par Banks, ses plaidoyers portent leurs fruits en cette année qui voit la fondation de l'Ordnance Survey of Great Britain and Ireland. Ainsi émerge la part de l'Inde et de l'interaction culturelle avec des communautés de spécialistes du sous-continent dans l'essor de nouvelles pratiques scientifiques en Europe. Dans la partie suivante, nous allons suivre les développements des techniques géodésiques en Inde coloniale dans la seconde moitié du XIX^e^ siècle.

Pas et mesures en Asie centrale

Le XIX^e^ siècle voit l'éclosion de services coloniaux d'enquêtes de toute nature, de l'arpentage et de la cartographie – Survey of India – aux

1. *Ibid.* (p. XII).
2. Royal Society of London 1789-1792 (p. 437-442).



Cartouche allégorique de la 1re édition
de la carte de l'Hindoustan de Rennell, 1783.

recettes fiscales et autres statistiques (Revenue Surveys of India et Statistical Survey of India) en passant par la météorologie (Meteorological Survey of India) et l'archéologie (Archeological Survey of India)[1]. L'Inde coloniale ne fait donc pas exception à la tendance mondiale à la mise en nombres de toutes les composantes de la société[2]. Toutefois, le fleuron de toutes ces entreprises de mesure reste le Great Trigonometrical Survey of India, le service d'arpentage trigonométrique du sous-continent, qui a la réputation de représenter alors l'apogée de la précision dans le domaine

1. Markham 1878.
2. Voir, par exemple, Berlivet dans ce volume.

des relevés terrestres et de la géodésie en général, domaines déjà considérés comme le summum de la précision métrologique[1].

Vers le milieu du XIXe siècle, le sous-continent, jusqu'aux plus hautes cimes de l'Himalaya, est déjà cartographié par le Survey. Celui-ci utilise la technique de la triangulation à l'aide du « grand théodolite », un instrument de près de 2 mètres de haut et pesant au moins 500 kilogrammes, dont il n'existe alors que quatre exemplaires au monde, tous au service des Britanniques aux quatre coins de l'empire. Le problème est désormais, pour les Britanniques, de contenir l'inexorable expansion de l'Empire russe, laissant s'étendre sur l'Asie centrale son ombre toujours grandissante face à la faiblesse de la Chine, autrefois maîtresse de ces régions, une ombre qui plane déjà sur l'Empire ottoman et la Perse. Depuis la déroute de Napoléon en 1812, les Britanniques considèrent la Russie comme leur principal concurrent, notamment dans la course pour s'emparer du commerce avec l'Asie centrale ; certains voient même dans les agissements des Russes dans cette partie du monde un grand dessein pour envahir l'Inde et l'arracher aux Britanniques.

Le Transhimalaya devient ainsi la scène du Grand Jeu (*the Great Game*), ce théâtre d'ombres sournois, joué entre espions britanniques et russes pour la domination politique de l'Asie, et rendu immortel par Kipling dans son roman *Kim* (1901)[2]. Ainsi, pour assurer la stabilité de leur prestigieuse colonie sud-asiatique, les Britanniques considèrent essentiel de connaître (et stabiliser) cette *terra incognita* de près de 3 600 000 kilomètres carrés qui fait partie, du moins sur papier, de l'Empire chinois. Mais celui-ci, bien qu'affaibli, est néanmoins toujours présent dans cette région et voit les Britanniques d'un très mauvais œil, notamment à cause des récentes guerres de l'opium (1839-1842 et 1856-1860). Les Tibétains, jaloux de leur autonomie et identité, se méfient encore plus des Européens. Un bon nombre d'envoyés britanniques dans les quelques khanats d'Asie centrale encore indépendants des Russes terminent ainsi tragiquement leur entreprise d'exploration, pendus ou décapités en place publique, ou assassinés. La géographie étant la continuation de la politique par d'autres moyens, la situation politique exige la continuation de la géographie par d'autres moyens encore.

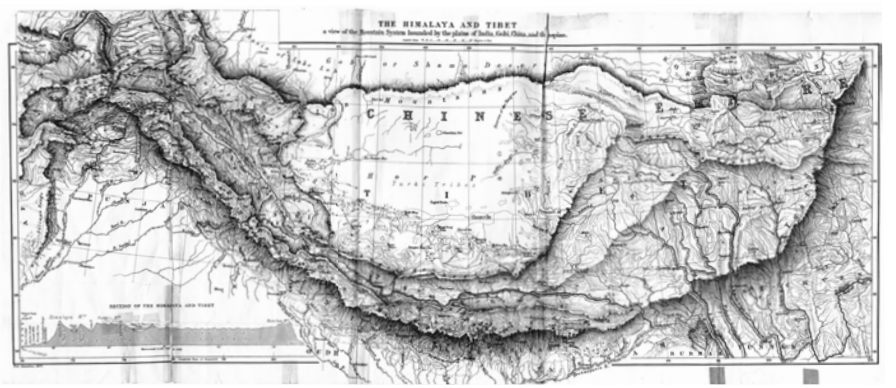
C'est en 1861 que sa hiérarchie demande à un jeune capitaine des Royal Engineers, Thomas George Montgomerie (1830-1878), déjà renommé pour sa triangulation du Cachemire – région de 420 000 kilomètres carrés et une des plus ardues au monde –, d'œuvrer à l'amélioration de la connaissance

1. Widmalm 1990.
2. Kipling 1902 [1901].

géographique des régions hors de l'influence britannique. Remarquant que les autochtones des régions frontalières voyagent librement au Tibet et en Asie centrale, Montgomerie fait appel à eux. Mais il réalise aussi que, même s'il réussit à enrôler quelques indigènes pour arpenter ces régions inhospitalières pour le compte des Britanniques, ceux-ci ne pourront pas utiliser les techniques d'arpentage conventionnelles. D'où son idée : ses collaborateurs mesureront les distances en comptant leurs pas. Quel que soit le terrain, chacun sera discipliné à régler son allure, de telle sorte que 2 000 pas fassent exactement un *mile*. Le plan de Montgomerie est vivement approuvé. Aussitôt le feu vert reçu, il trouve ses premiers collaborateurs et met son plan à exécution.

Entre 1863 et 1885, une quinzaine d'autochtones transformés en instruments de mesure intelligents, efficaces et discrets, arpentent les régions de l'Asie centrale au nord de la chaîne himalayenne : des hindous et des bouddhistes pour couvrir le Tibet, des musulmans pour sillonner ce qu'on appelle à l'époque le Turkestan oriental. Deux d'entre eux sont assassinés, un autre vendu en esclavage par son coéquipier chinois. Un autre encore, soupçonné d'espionnage, passe sept mois dans une prison mongole. Presque tous ont maille à partir avec des brigands, mais ils réussissent malgré tout dans leur entreprise géographique. Surnommés les « pandits », ils font la une de la presse britannique pendant plusieurs années et sont décorés par plusieurs sociétés savantes européennes.

L'ensemble des informations recueillies par les pandits est traduit en une carte d'état-major du Transhimalaya. Grâce à ce travail colossal, les



Petit à petit, les informations recueillies par les Pandits sont traduites en cartes de plus en plus détaillées. Celle-ci, qui date de 1878, est encore incomplète.

Britanniques se sentent mieux armés pour contenir le spectre tsariste dont l'empire s'étend vers l'est à une vitesse de 140 kilomètres carrés par jour. En décembre 1903, Lord Curzon, alors vice-roi des Indes, convaincu de l'existence d'un accord secret entre Russes et Chinois concernant le Tibet, envoie pour les devancer une armée envahir le Tibet : sous les ordres du capitaine Francis Younghusband, elle compte un millier de soldats munis de pièces d'artillerie, aidés de 10 000 porteurs, de 7 000 mules et de 4 000 yaks. Grâce aux cartes du Great Trigonometrical Survey of India, le corps expéditionnaire occupe Lhassa fin juillet 1904, ayant tué 5 000 combattants et civils tibétains au long du trajet. Tout cela pour rien : les Russes, empêtrés dans une guerre contre les Japonais, n'ont ni les moyens ni le temps de répliquer à l'invasion britannique ; les Chinois refusent de s'engager dans une quelconque négociation commerciale. Deux mois plus tard, le corps expéditionnaire plie bagage et retourne en Inde, bredouille[1].

Science et émergence des élites indiennes

En même temps que les institutions scientifiques impériales s'ancrent dans la colonie indienne et mobilisent des populations indigènes variées dans leurs divers projets, de nouvelles élites locales commencent à émerger, des élites qui se façonnent consciemment comme à la fois indiennes et globalisées. Dans leur quête, la science va jouer un rôle primordial. Ainsi, par un jour de mai 1816, un groupe de plus de 50 hindous se rassemble chez le premier juge de la Cour suprême de Calcutta, Sir Edward Hyde East, pour discuter de la fondation d'une institution pour instruire leurs enfants « dans la littérature et la science européennes »… mais sans référence au christianisme, ni à aucune autre religion. Ces hommes appartiennent à l'élite hindoue naissante dont la raison d'être et la prospérité sont directement liées à la conquête du Bengale par les Britanniques. Avec la montée de Calcutta, en passe de devenir la deuxième ville de l'empire après Londres, et clé de voûte de l'expansion britannique vers l'Extrême-Orient, cette communauté acquiert les savoirs et moyens financiers pour asseoir son pouvoir sur l'économie rurale et occuper les emplois de rang intermédiaire ouverts par le régime colonial. Une institution d'enseignement leur permet de se pérenniser et de se reproduire selon un modèle réfléchi.

Les discussions débouchent sur la création en 1817 du Hindu College à

1. Pour un récit plus complet de cet épisode de l'histoire de la cartographie, voir Raj 1997.

Calcutta, géré et financé par cette élite bengalie connue quelques décennies plus tard par le sobriquet de *bhadralok* (gens de bonnes manières, ou civilisés). Réservé exclusivement aux « fils de familles hindoues respectables […] qui assisteront aux mêmes cours mais ne mangeront pas ensemble[1] », le programme consiste en l'apprentissage du bengali, de l'anglais et de l'arithmétique (en anglais et en bengali), mais aussi de l'histoire, la géographie, la chronologie, l'astronomie, les mathématiques, la chimie et autres sciences. Figure également « le système anglais de la morale » – mais les sciences expérimentales ne font pas partie du curriculum. Celles-ci sont réservées aux étudiants de médecine, considérés socialement inférieurs aux *bhadralok*[2]. Le collège accueille 20 élèves la première année mais, dix ans plus tard, ce nombre dépasse les 400[3]. Cet établissement est décisif dans l'institutionnalisation de la formation aux sciences « modernes » en Inde et en Asie du Sud. Il est le premier de son genre en dehors de l'Europe et de l'Amérique du Nord et il sert de modèle pour d'autres écoles et universités en Inde et ailleurs dans l'Empire britannique. Au début des années 1830, nombre d'anciens élèves du Hindu College s'expatrient aux quatre coins du sous-continent à la recherche d'emplois dans l'enseignement primaire et secondaire[4]. En 1857, l'université de Calcutta est conçue autour de cette institution, aujourd'hui appelée Presidency University.

Vers la fin du siècle, les institutions d'enseignement prolifèrent dans le pays, fondées soit par l'État, soit par des individus ou des groupes, comme les *bhadralok*, qui cherchent à renouveler les pratiques savantes et scientifiques traditionnelles à la lumière des pratiques scientifiques occidentales[5]. Plusieurs villes de taille moyenne ont souvent une institution pour assurer un enseignement de premier cycle universitaire. Et même si, au début du XXe siècle, l'Inde ne compte qu'une poignée d'hommes de science ayant acquis une notoriété mondiale, il n'y a pas pénurie de personnes avec une qualification ou un emploi scientifique. La Indian Association for the Cultivation of Science est fondée à Calcutta en 1876 et le tournant des XIXe et XXe siècles voit une éclosion de sociétés savantes de mathématiques, d'histoire naturelle, d'archéologie, etc.[6] La science

1. Great Britain, Parliament, House of Lords 1853 (p. 250-252).
2. Pour une analyse historique de ces choix, voir Raj 1986.
3. University of Calcutta 1956.
4. Bhattacharya 2005.
5. Metcalf 1986, Habib 1991.
6. Il faut bien sûr aussi faire mention de l'Asiatic Society of Bengal, la première société savante fondée à Calcutta dès 1784… par William Jones. Et bien que cette société acceptât des communications et publications de la part des indigènes, ceux-ci ne purent devenir membres de cette société jusqu'en 1929.

alimente une conscience nationaliste naissante qui revendique l'antériorité de la science indienne et remet en cause l'autorité supérieure de la science moderne qui, pour les Britanniques, fonde en dernier ressort leur supériorité et légitime le régime colonial et sa mission civilisatrice[1].

Conclusion : *The Return of the Native*

Le matin du 14 avril 1914, le paquebot *Nevasa*, en provenance de Madras, accoste au port maritime de Londres. Parmi les passagers qui débarquent se trouve un jeune Indien de vingt-six ans, petit et trapu, mais de santé visiblement fragile. Sur le quai, l'attend Eric Neville (1889-1961), jeune mathématicien qui vient de passer quelques mois à enseigner à Madras. Conduit aussitôt à Cambridge, il est reçu par Godfrey Harold Hardy (1877-1947), principal architecte de la renaissance des mathématiques pures en Angleterre, et par son cadet, John Edensor Littlewood (1885-1977). Notre jeune homme n'est autre que Srinivasa Ramanujan (1887-1920), jusqu'alors petit fonctionnaire dans les services portuaires à Madras, destiné à devenir, en peu de temps, le plus célèbre mathématicien de son époque. C'est l'aboutissement, pour ce jeune homme, de dix ans d'efforts visant à assouvir sa passion des mathématiques.

Cet épisode n'est pas sans rapport avec celui qui ouvre ce chapitre. Voici deux personnes originaires du sous-continent indien qui visitent, de leur propre volonté, les grands lieux de savoir anglais. Tous deux sont formés en Inde par des méthodes résultant de la circulation de savoirs divers dans des contextes impériaux (moghol pour l'un, britannique pour l'autre). Ils sont tous deux accueillis par de grands savants et laissent à la postérité des traces de leur visite.

Mais le parallèle s'arrête là. Le premier, issu d'une famille musulmane de grands commis d'État d'origine iranienne se réclamant d'une descendance directe du Prophète, est émissaire du Grand Moghol auprès du roi d'Angleterre – et ce, au tout début de la colonisation britannique de l'Inde. Le second est un brahmane issu d'une famille modeste, sans moyens pour assurer la poursuite de sa passion, qui trouve un poste de comptable dans les services portuaires de Madras – et ce, à l'apogée de l'Empire britannique. Le premier, formé à la cour du roi du Bengale, est un grand maître du persan, de la linguistique, de la philologie et du droit[2]. Bien que ne possédant pas de diplôme universitaire, le second se forme aux mathématiques et

1. Voir, par exemple, Ray 1902-1909.
2. Sadrul Ola 1984 (p. III-IV).

à leur langage grâce aux institutions d'enseignement secondaire, aux bibliothèques et sociétés scientifiques et mathématiques qui, comme on l'a dit, surgissent partout en Inde à la fin du XIXe siècle[1]. Même si l'un et l'autre éprouvent l'ambiguïté jamais absente de leurs hôtes anglais, le premier est tenu en admiration par ses hôtes oxfordiens ; le second attire de la pitié pour sa fragilité physique et son strict végétarianisme, particulièrement dans le milieu des mathématiciens *wranglers* du début du XXe siècle, obsédés par leur forme et apparence physiques[2]. Enfin, I'tesam ud-Din séjourne à Oxford pendant quelques semaines, met gracieusement ses connaissances en linguistique et en philologie orientales au service des savants d'Oxford et se voit plagié par celui qui va devenir l'un des grands orientalistes de l'époque ; Ramanujan, quant à lui, est contraint de rester en Angleterre pour cinq ans du fait de la Grande Guerre ; il est pris en charge par les plus éminents mathématiciens anglais qui essaient de faire sens des formules complexes qu'il leur présente.

Les temps ont donc profondément changé entre ces deux visites. Les élites indiennes composées, à la fin du XVIIIe siècle, de l'aristocratie musulmane et des persanophones hindous souvent issus de communautés marchandes[3], ont cédé la place à de nouvelles communautés urbaines hindoues nées dans le sillon de la colonisation britannique et en quête d'une identité à la fois traditionnelle et mondialisée – en grande partie par la maîtrise de la grammaire des nouvelles sciences, notamment des mathématiques pures. Les langues orientales ont cédé leur place aux sujets scientifiques. Et, d'une puissance européenne moyenne au milieu du XVIIIe siècle, la Grande-Bretagne, quoique pour un temps maintenant compté, est au pinacle de sa gloire en tant que première puissance mondiale.

De sa position de hauteur, la Grande-Bretagne regarde souvent ses sujets coloniaux et leur héritage avec dédain, jugeant sans grande valeur leurs savoirs : « Je n'en ai jamais entendu un seul qui pût nier qu'une étagère d'une bonne bibliothèque européenne vaut la totalité de la production littéraire de l'Inde et de l'Arabie », écrit Lord Macaulay en 1835[4]. Ceci est un refrain fréquent dans les écrits britanniques du long XIXe siècle. Mais si l'on s'éloigne de ces discours de supériorité et qu'on se tourne vers les pratiques du quotidien, un tout autre rapport entre colonisateurs

1. Cet historique est basé sur l'excellent récit de la vie et de l'œuvre de Ramanujan par Kanigel 1992, Leavitt 2009 [2007].
2. Warwick 1998.
3. Bellenoit 2014.
4. Macaulay 1920 (p. 109).

et colonisés émerge : prisonniers certes des asymétries hiérarchiques, des gestes de ce que Michael Gordin a décrit comme « l'appropriation hostile[1] », ces rapports sont néanmoins construits dans une dépendance épistémologique qui accorde aux interlocuteurs indigènes un certain degré de liberté dans leur prise de décision et leur action (*agency*).

Remerciements : Je tiens à remercier Dominique Pestre, Anasuya Raj et les participants de mon séminaire de recherche à l'EHESS, « Les frontières mouvantes entre sciences et savoirs », pour leurs critiques, suggestions et relecture au cours de l'élaboration de ce chapitre.

Références bibliographiques

Adas Michael, 2006, « Testing Paradigms with Comparative Perspectives : British India and Patterns of Scientific and Technology Transfer in the Age of European Global Hegemony », *in* Aram A. Yengoyan (dir.), *Modes of Comparison : Theory and Practice*, Ann Arbor (MI), University of Michigan Press, p. 285-318.

Alam Muzaffar, 2004, *The Languages of Political Islam : India 1200-1800*, Chicago (IL), University of Chicago Press.

Alam Muzaffar et Subrahmanyam Sanjay, 2004, « The Making of a Munshi », *Comparative Studies of South Asia, Africa and the Middle East*, vol. 24, nº 2, p. 61-72.

Alexander James Edward [et Munshi Shumsher Khan], 1827, *Shigurf namah-i-velaët : or Excellent Intelligence Concerning Europe ; Being the Travels of Mirza Itesa Modeen, Translated from the Original Persian Manuscripts into Hindostanee, with an English Version and Notes*, Londres.

'Al-Fazl ibn Mubarak 'Abu 1873-1894 [*ca.* 1590], *Ain-i Akbari*, trad. en anglais par H. Blochmann (vol. 1) et H.S. Jarrett (vol. 2 et 3), Calcutta, Asiatic Society of Bengal, 3 vol.

Arnold David, 2000, *Science, Technology and Medicine in Colonial India*, Cambridge, Cambridge University Press.

Arzu Siraj al-Din Khan, 1991 [*ca.* 1756], *Muthmir*, éd. par Rehana Khatoon, Karachi, Institute of Central and West Asian Studies.

Basalla George, 1967, « The Spread of Western Science », *Science*, vol. 156, nº 3775, p. 611-622.

Bayly Christopher Alan, 1996, *Empire and Information : Intelligence Gathering and Social Communication in India (1780-1870)*, Cambridge, Cambridge University Press.

Bellenoit Hayden, 2014, « Between Qanungos and Clerks: The Cultural and Service Worlds of Hindustan's Pensmen, c. 1750-1850 », *Modern Asian Studies*, vol. 48, n° 4, p. 872-910.

Bennett James A. et Brown Olivia, 1982, *The Compleat Surveyor*, Cambridge, Whipple Museum of the History of Science.

Bhattacharya Tithi, 2005, *The Sentinels of Culture : Class, Education, and the Colonial Intellectual in Bengal*, New Delhi, Oxford University Press.

1. Gordin [à paraître].

BURTON Isabel, 1893, *The Life of Captain Sir Richard F. Burton*, Londres, D. Chapman, 2 vol.

CLOSE Charles, 1969, *The Early Years of the Ordnance Survey*, Newton Abbot, David & Charles Reprints.

FRYKENBERG Robert E., 1965, *Guntur District (1788-1848) : A History of Local Influence and Central Authority in South India*, Oxford, Clarendon Press.

GOLE Susan, 1989, *Indian Maps and Plans from Earliest Times to the Advent of European Surveys*, Delhi, Manohar.

GORDIN Michael, [à paraître], « What a Go-A-Head People They Are! : The Hostile Appropriation of Herbert Spencer in Imperial Russia », in Bernard LIGHTMAN (dir.), *Global Spencerism*, Leyde, Brill.

GREAT BRITAIN, PARLIAMENT, HOUSE OF COMMONS, 1803, « Second Report from the Committee Appointed to Enquire into the Nature, State, and Condition of the East India Company, and of the British Affairs in the East Indies, Reported by Colonel Burgoyne, 26th of May 1772 », *Reports from Committees of the House of Commons (1772-1773)*, Londres, vol. 3, p. 263-296.

GREAT BRITAIN, PARLIAMENT, HOUSE OF LORDS, 1853, *The Sessional Papers [...] of the House of Lords [...] in the Session 1852-1853*, vol. XXIX : *Government of Indian Territories*, « Second Report from the Select Committee of the House of Lords [...] for the Better Government of Her Majesty's Indian Territories [...] together with the Minutes of Evidence », Londres.

GUNTHER Robert T., 1932, *The Astrolabes of the World*, Oxford, Oxford University Press, 2 vol.

HABIB S. Irfan, 1991, « Promoting Science and Its World-View in Mid-Nineteenth Century India », *in* Deepak KUMAR (dir.), *Science and Empire : Essays in Indian Context (1700-1947)*, Delhi, Anamika Prakashan, p. 139-151.

HABIB S. Irfan et RAINA Dhruv (dir.), 2007, *Social History of Science in Colonial India*, New Delhi, Oxford University Press.

JONES William [nom de plume : Yūnus ŪKSFURDI], 1771, *A Grammar of the Persian Language [Kitāb-i Shakaristān dar nahvī-i zabān-i Pārsī]*, Londres.

– 1788, « On the *Hindus* », *Asiatic Researches*, vol. 1, p. 415-431.

– 1970, *The Letters of Sir William Jones*, éd. par Garland Hampton Cannon, Oxford, Clarendon Press, 2 vol.

KANIGEL Robert, 1992, *The Man Who Knew Infinity : A Life of the Genius Ramanujan*, New York, Washington Square Press.

KIPLING Rudyard, 1902 [1901], *Kim*, trad. par L. Fabulet et C.F. Walker, Paris, Mercure de France.

KUMAR Deepak, 1995, *Science and the Raj (1857-1905)*, New Delhi, Oxford University Press.

KUMAR Dharma, 1982, *The Cambridge Economic History of India*, Cambridge, Cambridge University Press, vol. 2.

LA TOUCHE Thomas Henry Digges, 1910, *The Journals of Major James Rennell Written for the Information for the Governors of Bengal during His Surveys of the Ganges and Brahmaputra Rivers 1764 to 1767*, Calcutta, Asiatic Society.

LEAVITT David, 2009 [2007], *Le comptable indien*, Paris, Denoël.

LINCOLN Bruce, 2002, « Isaac Newton and Oriental Jones on Myth, Ancient History, and the Relative Prestige of Peoples », *History of Religions*, vol. 42, n° 1, p. 1-18.

MACAULAY Thomas Babington, 1920 [1835], « Minute upon Indian Education, dated the 2nd February 1835 », réimpr. *in* Henry SHARP, *Selections from Educational Records, Part I : 1781-1839*, Calcutta, Superintendent Government Printing, India, p. 107-117.

Markham Clements Robert, 1878, *A Memoir on the Indian Surveys*, 2e éd., Londres, Her Majesty's Secretary of State for India in Council.
– 1895, *Major James Rennell and the Rise of Modern English Geography*, New York, Macmillan.
Metcalf Barbara, 1986, « Hakim Ajmal Khan : Rais of Delhi and Muslim "Leader" », *in* Robert E. Frykenberg (dir.), *Delhi through the Ages : Essays in Urban History, Culture and Society*, New Delhi, Oxford University Press, p. 299-315.
Noltie Henry J., 2008, *Robert Wight and the Botanical Drawings of Rungiah and Govindoo*, Édimbourg, Royal Botanic Gardens Edinburgh, 3 vol.
Phillimore Reginald Henry, 1945-1968, *Historical Records of the Survey of India*, Dehra Dun, Survey of India, 5 vol.
– 1952, « Three Indian Maps », *Imago Mundi*, vol. 9, p. 111-114.
Pingree David, 1981, *Jyotihsastra : Astral and Mathematical Literature. History of Indian Literature*, Wiesbaden, Otto Harrassowitz, vol. 6, fasc. 4.
Raj Kapil, 1986, « Hermeneutics and Cross-Cultural Communication in Science : The Reception of Western Scientific Ideas in 19th Century India », *Revue de synthèse*, 4e série, nos 1-2, p. 107-120.
– 1997, « La construction de l'empire de la géographie. L'odyssée des arpenteurs de Sa Très Gracieuse Majesté, la reine Victoria, en Asie centrale », *Annales. Histoire, sciences sociales*, vol. 52, no 5, p. 1153-1180.
– 2001, « Refashioning Civilities, Engineering Trust : William Jones, Indian Intermediaries and the Production of Reliable Legal Knowledge in Late Eighteenth-Century Bengal », *Studies in History*, vol. 17, no 2, p. 175-209.
– 2004, « Connexions, croisements, circulations. Le détour de la cartographie britannique par l'Inde (xviiie-xixe siècle) », *in* Michael Werner et Bénédicte Zimmermann (dir.), *De la comparaison à l'histoire croisée*, Paris, Seuil, p. 73-98.
– 2007, *Relocating Modern Science : Circulation and the Construction of Knowledge in South Asia and Europe (1650-1900)*, Basingstoke, Palgrave Macmillan.
– [à paraître], « Go-Betweens, Travelers, and Cultural Translators », *in* Bernard Lightman (dir.), *The Blackwell Companion to the History of Science*, Chichester, Wiley-Blackwell.
Ray Prafulla Chandra, 1902-1909, *A History of Hindu Chemistry : From the Earliest Times to the Middle of the Sixteenth Century A.D. With Sanskrit Texts, Variants, Translation and Illustrations*, Calcutta, Bengal Chemical & Pharmaceutical Works, 2 vol.
Rennell James, 1781, *A Bengal Atlas : Containing Maps of the Theatre of War and Commerce on That Side of Hindoostan*, Londres, 1781.
– 1783, *Memoir of a Map of Hindoostan, or the Mogul's Empire*, 1re éd., Londres.
– 1793, *Memoir of a Map of Hindoostan, or the Mogul Empire*, 3e éd., Londres.
Royal Society of London, 1789-1792, *Journal Books*, vol. 34, 30 novembre 1791.
Sadrul Ola Khan Sahib Qazi Mohamed, 1984, *History of the Family of Mirza I'tesamuddin of Qusba, Panchnoor : The First Educated Indian and Bengali Muslim to Visit England in 1765 A.D. with Some Interesting Chronicles of His Time*, Dhaka, Q.A. Zaman.
Sarkar Jadunath, 1901, *The India of Aurangzib (Topography, Statistics, and Roads) Compared with the India of Akbar ; with Extracts from the Khulasatu-t-tawarikh and the Chahar Gulshan*, Calcutta, Bose Brothers.
Schaffer Simon, 2007, « Astrophysics, Anthropology and Other Imperial Pursuits », *in* Jeanette Edwards, Penny Harvey et Peter Wade (dir.), *Anthropology and Science : Epistemologies in Practice*, Oxford, Berg, p. 19-38.

– 2009, « The Asiatic Enlightenments of British Astronomy », *in* Simon SCHAFFER *et al.*, *op. cit.*, p. 49-104.

SCHAFFER Simon, ROBERTS Lissa, RAJ Kapil et DELBOURGO James (dir.), 2009, *The Brokered World : Go-Betweens and Global Intelligence*, Sagamore Beach (MA), Science History Publications.

SCHWARTZBERG Joseph E., 1992, « South Asian Cartography », *in* John Brian HARLEY et David WOODWARD (dir.), *The History of Cartography*, vol. 2, livre 1 : *Cartography in the Traditional Islamic and South Asian Societies*, Chicago (IL), University of Chicago Press, p. 293-509.

SEYMOUR W.A. (dir.), 1980, *A History of the Ordnance Survey*, Folkestone, William Dawson.

SZUPPE Maria, 2004, « Circulation des lettrés et cercles littéraires. Entre Asie centrale, Iran et Inde du Nord (XV^e-XVIII^e siècle) », *Annales. Histoire, sciences sociales*, vol. 59, n^os 5-6, p. 997-1018.

TAVAKOLI-TARGHI Mohamad, 1996, « Orientalism's Genesis Amnesia », *Comparative Studies of South Asia, Africa and the Middle East*, vol. 16, n^o 1, p. 1-14.

UNIVERSITY OF CALCUTTA, PRESIDENCY COLLEGE, 1956, *Centenary Volume, 1955*, Alipore, West Bengal Government Press.

WARWICK Andrew, 1998, « Exercising the Student Body : Mathematics and Athleticism in Victorian Cambridge », *in* Christopher LAWRENCE et Steven SHAPIN (dir.), *Science Incarnate : Historical Embodiments of Natural Knowledge*, Chicago (IL), University of Chicago Press, p. 288-326.

WIDMALM Sven, 1990, « Accuracy, Rhetoric, and Technology : The Paris-Greenwich Triangulation (1784-1788) », *in* Tore FRÄNGSMYR, John L. HEILBRON et Robin RIDER (dir.), *The Quantifying Spirit in the Eighteenth Century*, Berkeley (CA), University of California Press, p. 179-206.



15 Épistémologies coloniales aux États-Unis

JOYCE E. CHAPLIN

– Ceci, dis-je, n'est pas la marque d'une main humaine.
– Lisez donc ce passage de Cuvier, répondit Dupin.

Edgar Allan Poe, *Les Meurtres de la rue Morgue*, 1841

Dans ses *Meurtres de la rue Morgue*, l'écrivain américain Edgar Allan Poe met en scène un orang-outan meurtrier possédant tout du criminel humain et que seul un enquêteur rodé aux méthodes scientifiques peut finalement démasquer. Poe connaissait évidemment la comparaison établie par les naturalistes comme Georges Cuvier entre les ancêtres africains des esclaves américains et d'autres primates, et Poe prend de face l'inconfort qu'on ressent lorsque la science tente de définir le lien entre « races » et « espèces ». Et si le problème de l'inégalité raciale est central pour les sociétés américaines du XIX^e^ siècle, il n'est pas sûr que « la science » ait quelque chose d'essentiel à en dire. D'ailleurs, malgré une déclaration d'indépendance formelle en 1776, la politique scientifique américaine reste profondément coloniale et marquée par le contraste entre colons blancs et autres habitants d'Amérique du Nord[1].

Existe-t-il une marque de fabrique de la science américaine suite à la traversée de l'Atlantique ? Longtemps, la vision « diffusionniste » de l'histoire des sciences a cohabité, aux États-Unis, avec la croyance dans le caractère exceptionnel du pays. Et si la première insiste sur la centralité de l'Europe comme lieu de naissance des sciences modernes, la seconde

1. Frank 1995.

◀ Illustration de William Bartram préparée pour accompagner son livre *Travels* (1791). L'image évoque le paradis sauvage du Sud-Est de l'Amérique du Nord. – William Bartram, « Great Alachua, Savana, East Florida ».

maintient le caractère unique de la République américaine dans l'histoire du monde. Mises ensemble, ces deux images conduisent souvent au récit, aux États-Unis, d'une nation destinée à l'excellence scientifique, déclinaison supplémentaire de leur *manifest destiny*. Toutefois, l'État-nation comme cadre d'analyse pour l'histoire des sciences a été questionné par nombre d'historiens, conduisant à une redéfinition de l'histoire à la fois des sciences et des Amériques. Les perspectives « atlantistes » sur le Nouveau Monde ont en effet proposé de nouvelles connexions et similarités, une approche pour laquelle le point de départ national est moins significatif et l'exceptionnalisme moins probable. Les historiens qui ont « atlantisé » les sciences ont en général fait d'elles soit un élément de l'expansion impériale ou de la circulation atlantique, soit un outil d'une critique postcoloniale de l'impérialisme[1].

Plus récemment, des chercheurs (dont l'auteure de ce texte) se sont interrogés sur la pertinence de ces notions d'impérialisme et de postcolonialisme pour parler des États-Unis. Ces deux modes d'analyse sont en effet mal adaptés pour appréhender les sociétés de colons au sens de *settlers*. La catégorie de *settler colonialism* (colonisation de peuplement) est utile pour penser des espaces où la population est à dominante créole, c'est-à-dire ni aborigène, ni impériale. Le terme « colonial », dans cette acception, implique, non pas une société dirigée à distance par un « centre » impérial, mais un monde basé sur des règles locales. Le colon-*settler* doit alors être compris comme le fermier de la Rome antique, laboureur de sa terre. L'appropriation des terres est en effet au fondement de l'esprit colonial américain, et il survit bien sûr à la révolution. Même si les États-Unis deviennent une nation « postimpériale » après 1776, ils ne deviennent pas pour autant une nation « postcoloniale ». L'acception classique du terme « postcolonial » implique en effet le retrait des populations occupant injustement des territoires ; au contraire, dans le cas de l'Amérique du Nord, de l'Australie ou de la Nouvelle-Zélande, la population colonisatrice d'origine européenne reste sur place. Et contrairement aux peuples colonisés d'Afrique et d'Asie, les natifs américains et ceux d'origine africaine n'ont d'autre choix que de poursuivre jusqu'à aujourd'hui leur lutte contre des personnes, des régimes et des valeurs hérités d'avant l'indépendance[2].

Aux États-Unis, le débat politique et culturel (incluant les sciences) demeure fondamentalement colonial en ceci qu'il est obsédé par la hiérarchisation raciale de populations classées selon leurs caractéristiques

1. Basalla 1987, Adas 1990, Delbourgo et Dew 2008, Seth 2009, Tyrrell 1991.
2. Chaplin 2003 (p. 1453-1454), Gould 2007 (p. 1416), Armitage 2007, Belich 2009.

naturelles présumées, et la valeur politique qu'il convient de leur accorder au sein de la société. Comme dans le reste du continent américain au XIX^e^ siècle, les hommes de science doivent se confronter, et éventuellement s'opposer, à l'idée d'une différence intrinsèque entre populations humaines. Peu importe que ces différences aient été produites par le climat ou la descendance : la conception dominante (ce rapport de supériorité / infériorité) est au cœur de la relation coloniale de l'ensemble des Amériques. Une fois implantée, cette idéologie est difficile à déloger, même après le départ des nations européennes engagé en 1776 au Nord, poursuivi par la Révolution haïtienne, et finalement les guerres d'indépendance en Amérique latine. Bien que cet essai porte sur les États-Unis, son analyse vaut donc pour l'ensemble de l'Amérique atlantique, comme pour les espaces pacifiques dominés par les colons-*settlers* – la Nouvelle-Zélande et l'Australie. Les épistémologies coloniales des sciences de ce type ne sont pas limitées aux seuls États-Unis, même si c'est là qu'elles s'y sont d'abord développées.

Un peu de contexte

La science est partie prenante de l'expansion impériale. S'aventurant pour la première fois dans l'environnement américain, les observateurs européens s'empressent de le caractériser comme essentiellement différent de celui des zones tempérées d'Europe. L'idée selon laquelle l'Amérique est un continent dénué de modération climatique se voit justifiée par les premiers débarquements dans les régions tropicales du continent américain, comme par les expéditions qui suivent dans les contrées plus froides du Canada ou de Patagonie. Et l'absence de gros mammifères dans les Caraïbes et en Amérique du Sud, là où les Européens débarquent d'abord, ne fait que renforcer l'idée selon laquelle le climat du continent est excessif – soit trop sec ou trop humide, soit trop chaud ou trop froid. Sans compter l'absence apparente, sur ces vastes terres, d'équivalents au cheval, au bœuf, au chameau ou à l'éléphant[1].

Le préjugé climatique se transpose automatiquement aux autochtones. Plus glabres que les Européens, moins virils, les natifs américains semblent peu à même de supporter de grandes familles, ce que confirme leur habitat clairsemé (à l'exception du Mexique et des Andes). L'apparition et la propagation des épidémies suggèrent de même que les Indiens sont irrémédiablement faibles : là où les Européens prospèrent,

1. Seth 2009, Gerbi 1973 et 1985.

le nombre de morts chez les Indiens surpasse largement celui des naissances (le lien entre l'arrivée des colonisateurs et les épidémies ne se fait que progressivement). Réciproquement, les Européens ont très vite la crainte que le Nouveau Monde transforme leur propre corps. Du fait des conditions climatiques difficiles et de leur mélange avec les populations non européennes (Indiens d'abord, esclaves africains ensuite), les colons créoles sont considérés comme différents, voire inférieurs, à leurs ancêtres européens. Cette hiérarchisation – Européens au sommet, Indiens et Africains à la base, les créoles entre les deux – est une manière de voir l'humain comme l'incarnation de différentes entités naturelles[1].

Les hommes de science acquièrent informations et spécimens du Nouveau Monde, soit directement, soit, le plus souvent, *via* des intermédiaires d'origine indienne ou africaine qui ne sont que rarement désignés par leur nom, contrairement aux colons blancs. Ces derniers se saisissent des opportunités que leur offrent les sciences pour montrer qu'ils sont capables de penser, et donc différents tant de ces étranges animaux locaux dont ils envoient cornes et dépouilles aux *cognoscenti*, que des autochtones dont ils analysent les traditions et collectionnent les artefacts, et dont ils décrivent les corps comme radicalement différents de ceux des personnes ayant des ancêtres européens. Dans les colonies anglaises, les écoles et collèges, imprimeurs et libraires répandent l'idée selon laquelle le développement des connaissances est non seulement possible mais déjà très actif parmi les colons, même si c'est moins intensément qu'en Europe. D'ailleurs, en 1788, 47 personnes nées ou ayant fait carrière en Amérique impériale signent en tant que *Fellow of the Royal Society of London* (FRS)[2].

L'exemple le plus probant de cette nouvelle condition est sans conteste Benjamin Franklin (1706-1790), lui-même FRS, et dont l'apport à la science américaine est essentiel. Selon trois critères. D'abord, son œuvre est américaine puisqu'il est né sur le continent. Publiées en 1751, et souvent rééditées, ses *Expériences et observations sur l'électricité* contribuent à la philosophie mécanique newtonienne en définissant l'électricité comme une force unique dotée de deux états, positif et négatif. Ce travail prouve la capacité des créoles à devenir des philosophes naturels, et pas seulement de simples collecteurs de spécimens et de données. Franklin est lui-même, en quelque sorte, un spécimen, et David Hume peut lui écrire : « L'Amérique nous a envoyé beaucoup de bonnes choses : de

1. Chaplin 2001, Wey-Gómez 2008.
2. Schiebinger 2004, Delbourgo *et al.* 2008, Stearns 1946.

l'or, de l'argent, du sucre, du tabac, de la pourpre – mais vous en êtes le premier philosophe[1]. »

Deuxième point, le travail de Franklin est essentiellement américain car il examine, dans d'autres travaux, des phénomènes propres au Nouveau Monde et qui sont vitaux pour les communautés qui y vivent. Contrairement à ses contributions initiales (sur l'électricité), ces travaux ne se conforment pas nécessairement à l'épistémologie ou aux valeurs européennes. Une mentalité politique propre aux colons apparaît ainsi sur diverses cartes auxquelles Franklin collabore, cartes qui servent autant de preuves de l'autorité des colons sur la nature que de source d'information pour les autorités impériales. De même, son arithmétique politique se veut clairement pro-colons : dans ses *Observations sur la croissance de l'humanité* (écrites vers 1751), Franklin oppose les populations des deux rives de l'Atlantique, notant que les créoles blancs constituent une espèce propre, qu'ils sont plus vigoureux et se reproduisent plus vite que les Européens. Selon son modèle, l'accroissement naturel permet à lui seul d'expliquer que le nombre de colons blancs d'Amérique du Nord double tous les vingt ans[2].

Publié pour la première fois en 1755, cet essai est une apologie scientifique de la colonisation. L'usage d'images – notamment microscopiques – et la comparaison entre humains et plantes – tous deux voués à un accroissement rapide sur les terres ouvertes du continent – viennent souligner l'importance des sciences naturelles dans la pensée de Franklin. La première version de *La Croissance de l'humanité* est explicitement racialisée. Franklin n'observe certes aucune différence physique entre les Européens et les colons blancs, mais l'abondance de terres en Amérique du Nord permet un mariage plus précoce que dans le vieux berceau européen, et donc une fertilité supérieure. Du fait de l'usage ponctuel et non privatif que les Indiens font de la terre, celle-ci est abondamment disponible. Tout comme les esclaves noirs des Caraïbes, les Indiens sont incapables de soutenir leur croissance démographique, et donc destinés à l'extinction. Franklin se félicite d'ailleurs de ces tendances et conclut : en Amérique du Nord, « nous avons la possibilité réelle, par l'exclusion de tous les Noirs et Bruns, de développer la belle population Blanche et Rouge », complexion des Euro-Américains[3].

La vision racialisée de Franklin est également l'occasion d'une critique de l'impérialisme : les colons, semblables à des plantes sauvages livrées à de

1. Cohen 1956, Chaplin 2006, Labaree *et al*. 1959- (vol. 10, p. 81).
2. Chaplin 2006 (p. 117-122, 196-200 et 319-324), Chaplin 2009, Labaree *et al.* 1959- (vol. 4, p. 227-228).
3. Labaree *et al.* 1959- (vol. 4, p. 228 et 232-234), Chaplin 2006.

vastes étendues, doivent croître, en l'absence de pressions démographiques (indiennes ou africaines), jusqu'à surpasser leurs maîtres britanniques. Sur ce point, le travail de Franklin est particulièrement important puisqu'il débouche sur les théories modernes de l'évolution : son hypothèse sur la croissance géométrique de la population, appliquée initialement au cas des colons américains, s'établit rapidement dans les cercles les plus divers, et influence par la suite l'une des idées majeures du XIX^e siècle, celle de sélection naturelle. Ainsi est relancé le débat sur l'humain comme être racial face à la nature, controverse qui est au fondement de la question coloniale et de la guerre de Sécession[1].

Science et nation

La science se développe aux États-Unis de trois manières. D'abord, comme un élément du paysage culturel quotidien ; ensuite, comme un sujet d'étude pour nombre de spécialistes ; enfin, comme argument visant à la légitimation et au renforcement de la domination sur le territoire. Dans tous les cas, la science américaine se positionne toujours vis-à-vis de la question des hiérarchies raciales, que ce soit pour les soutenir ou les contester, formant un ensemble extrêmement polarisé qui demeure présent aujourd'hui.

Des années 1790 aux années 1820, la science devient un élément de la culture publique américaine. Le rôle croissant des sciences dans les cursus des écoles et collèges (pour hommes et femmes), les publications populaires (comme les livres pour enfants), les musées (à l'image de l'espace d'exposition de Peale à Philadelphie), les bibliothèques, conférences ou démonstrations (à l'instar de l'Institut Franklin de Philadelphie à partir de 1825) indiquent que, aux États-Unis comme ailleurs, la science devient une composante normale du répertoire de savoirs des classes éduquées. Le gouvernement américain soutient indirectement les sciences *via* son système postal, d'ailleurs meilleur que les systèmes postaux en Europe – et un indice du niveau d'éducation des citoyens libres de ce pays. C'est ce genre de milieu qui donne d'ailleurs à Edgar Allan Poe son intérêt soutenu pour les questions scientifiques. C'est le même contexte qui conduit aussi Benjamin Silliman (1779-1864), professeur à Yale, à lancer en 1818 le premier journal scientifique du continent, l'*American Journal of Science and Arts*, destiné à ce nouveau public éduqué[2].

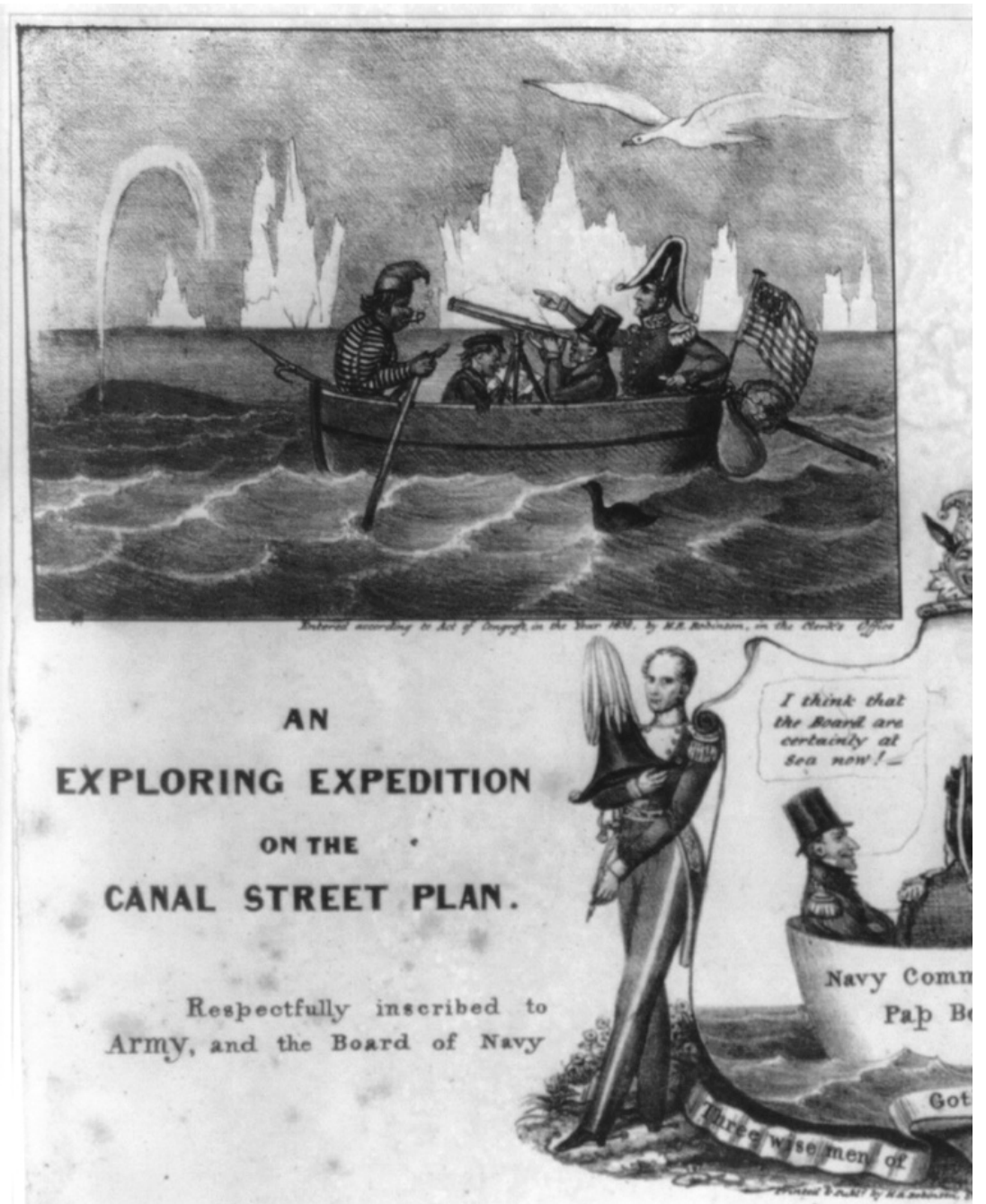
1. *Ibid.*
2. Guralnick 1975, McFarland et Bennett 1997, Kohlstedt 1990, John 1995, Baatz 1991.

À partir de 1840, la science américaine commence à se spécialiser et à dépendre des évolutions européennes en science, médecine et technologie. L'Académie militaire de West Point (État de New York, créée en 1802) devient le lieu premier de réception des mathématiques et de l'ingénierie européennes, et les médecins américains font le voyage de Paris pour apprendre la clinique. Les ingénieurs se lancent dans toutes sortes de projets, comme les grandes enquêtes ou la construction de ponts, mobilisant les meilleurs savoirs internationaux, de la cartographie à la science des matériaux[1].

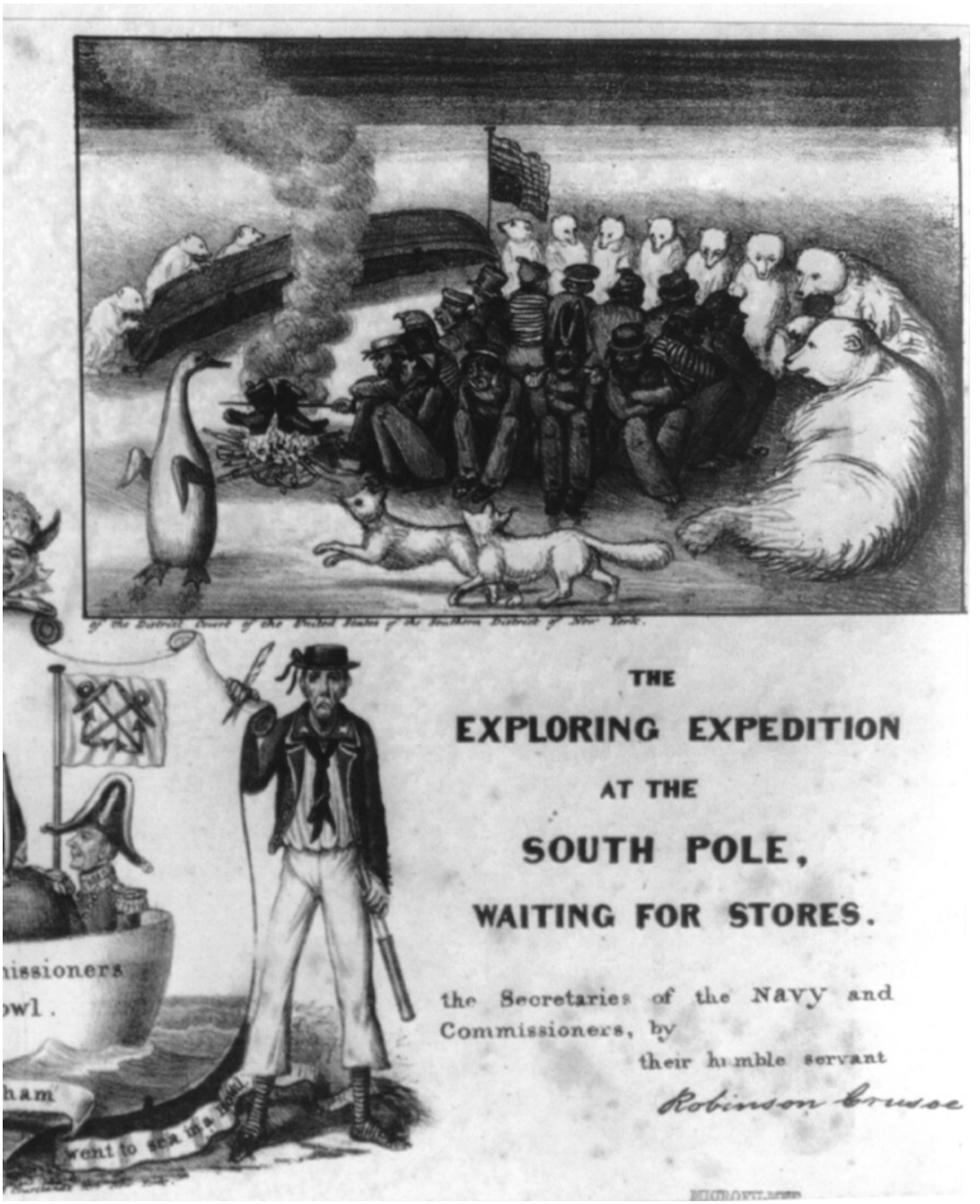
Ces développements, même s'ils sont encore irréguliers, conduisent à une professionnalisation des universitaires acceptant progressivement le qualificatif de « scientifiques » pour eux-mêmes, et de « science » pour l'étude de la nature. L'Académie américaine des arts et sciences du Massachusetts (1780) avait rejoint la Société philosophique de Philadelphie en tant que seconde institution scientifique de la jeune République. Mais c'est l'Association des géographes américains, fondée en 1840, qui constitue la première société scientifique véritablement réservée aux spécialistes (elle devient en 1847 l'Association américaine pour le développement des sciences). De la même manière, l'*Astronomical Journal* (1849) est la première publication destinée à des spécialistes plutôt qu'à un lectorat généraliste comme c'est le cas pour l'*American Journal of Science and Arts* de Silliman. Cette période voit aussi la naissance de la Smithsonian Institution (1846), de la Lawrence Scientific School à Harvard (1847), du Louis Agassiz Museum of Comparative Zoology (1859) et du Massachusetts Institute of Technology (1861)[2].

Il faut aussi noter combien la science américaine, jusqu'à la guerre civile, sert à étendre l'autorité des colons sur les grands espaces, à prendre la mesure de la nation et à envoyer des expéditions scientifiques à l'étranger, à la manière des Européens. Le voyage de William Bartram (1739-1823) est le premier à être différent. D'abord parce qu'il se déroule principalement à pied, parfois à cheval ou en bateau. Bartram est le fils de John Bartram (1699-1777), lui-même botaniste et explorateur précoce des colonies du Sud. Connu à l'époque pour son importante correspondance, et encensé par Linné, il devient botaniste du roi en Amérique du Nord. De 1773 à 1777, Bartram fils s'aventure des Carolines à la Floride, en passant par l'ouest des terres indiennes, afin de collecter spécimens et notes. Les nations indiennes lui font un accueil chaleureux et soutiennent ses recherches. Bartram note ainsi qu'un chef d'une tribu creek lui accorda

1. Oleson et Brown 1976, Bruce 1987, Warner 1998, Johnson 2009.
2. Daniels 1967, Kohlstedt 1976, Lucier 2009.



Ce dessin contemporain est une parodie des campagnes d'exploration des États-Unis (1838-1842).



Il présente, de façon ironique et sceptique, une science d'État créant dangers et désorganisations.

« la permission illimitée de voyager à travers le pays, […] le saluant du nom honorifique de PUC PUGGY, ou Chasseur de fleurs, et le recommandant à l'amitié et la protection de son peuple[1] ».

Travels (1791), de Bartram, devient un classique scientifique et un ouvrage populaire, qui connaît de multiples rééditions au long du XIXe siècle. Cette œuvre est aussi originale en ceci qu'elle est profondément anticoloniale, qu'elle ignore délibérément la guerre d'Indépendance, et que Bartram vante le mode de vie des nations indiennes, en harmonie avec leurs milieux naturels. Les poètes romantiques, à l'image de Wordsworth et de Coleridge, adorent le livre, qui prépare les récits de voyages d'Alexander von Humboldt aux Amériques et l'ouvrage *Birds of America* (1827-1838) de John James Audubon. Quant à Charles Darwin, il mentionne l'ouvrage comme une source majeure sur la nature en Amérique[2].

La manière de faire science de Bartram ne constitue pas la norme, et Thomas Jefferson (1743-1826, président des États-Unis de 1801 à 1809) souhaite au contraire que son pays égale la Grande-Bretagne ou la France dans les expéditions scientifiques. L'achat de la Louisiane en 1803 et l'adjonction de 828 000 acres au territoire des États-Unis sont une opportunité pour l'intensification des recherches sur les mondes naturels. Jefferson choisit Meriwether Lewis (1774-1809) et William Clark (1770-1838) pour diriger le Corps of Discovery Expedition (1804-1806) dont les buts sont commerciaux et scientifiques. L'expédition devient la preuve éclatante de la capacité états-unienne à déployer sa puissance et son autorité à travers le continent entier. Toutefois, celle-ci échoue à être largement publicisée : si certaines cartes et récits sont publiés, les spécimens recueillis sont perdus et les récits complets ne sont pas édités avant le XXe siècle – contrairement au compte rendu de l'expédition de James Cook dans le Pacifique, modèle du genre[3].

De nombreuses personnalités américaines souhaitent aller plus loin. Le président John Quincy Adams (1767-1848, président des États-Unis de 1825 à 1829) utilise l'American Association for the Advancement of Science (AAAS) pour rester au plus près des sociétés savantes du monde et renforcer les réseaux entre individus et sociétés scientifiques américaines. Il est à l'origine de nouvelles institutions, dont un observatoire national qui vécut peu de temps. Une autre entreprise, visant à explorer les continents de l'hémisphère Sud et revendiquer des droits sur une part du Pacifique, connaît davantage de succès : l'Expédition exploratoire

1. Bartram 1996 [1791] (p. 163).
2. Slaughter 1996.
3. Slaughter 2003, Lewis 2004 (p. 236-250).

américaine (1838-1842) menée par Charles Wilkes (1798-1877) fait un tour du monde et atteste ainsi que les États-Unis appartiennent au club restreint des nations capables de circumnavigation. L'expédition culmine dans la revendication d'avoir établi un premier contact avec le continent antarctique, bien qu'une revendication antérieure, par les Français, paraisse plus crédible. Contrairement à Lewis et Clark, Wilkes et les membres de l'expédition publient cartes et récits de voyage, et leurs trouvailles et spécimens sont exposés au Bureau des brevets à Washington, puis à la Smithsonian Institution. Toutefois, les pertes élevées en hommes et navires laissent à penser que, contrairement aux puissances européennes, les États-Unis sont encore insuffisamment préparés pour de telles expéditions[1].

Le progrès scientifique le plus conséquent pour les États-Unis apparaît dans sa maîtrise des mers. Le Coast Survey des États-Unis, dirigé de 1843 à 1867 par Alexander Dallas Bache, arrière-petit-fils de Benjamin Franklin, est l'institution scientifique la plus conséquente jusque dans les années 1880. Son travail est soutenu par la création de l'*American Ephemeris and Nautical Almanac* de l'Observatoire de Harvard. Les deux structures ont toutefois un rival en la personne de Matthew Fontaine Maury, *superintendant*, à partir de 1842, du Depot of Charts and Instruments de la marine (renommé par la suite le Naval Observatory Office). Le premier guide de Maury, *Wind and Current Charts of the North Atlantic* (1847), est suivi d'une déclinaison pour l'Atlantique Sud et par les *Explanations and Sailing Directions to Accompany the Wind and Current Charts* de 1851. Ces ouvrages sont alors considérés par les marchands et capitaines de navire comme des outils indispensables à la navigation. Le chef-d'œuvre de Maury, *The Physical Geography of the Sea* (1855), est universellement applaudi en tant qu'enquête globale sur les océans, et encensé par Alexander von Humboldt lui-même. Maury reste pourtant considéré comme un amateur par beaucoup de ses concitoyens du fait de son absence d'éducation supérieure. Il est aussi critiqué pour son soutien, en tant que sudiste, au système esclavagiste[2].

Sciences et différences humaines

Si ces grandes étapes du développement des sciences démontrent une convergence entre les États-Unis et l'Europe et un rétrécissement de l'espace transatlantique, un caractère de la société américaine reste

1. Dupree 1957 (p. 39-43), Viola et Margolis 1985, Chaplin 2012 (p. 32-35).
2. Slotten 1994, Williams 1963.

toutefois qualitativement différent. De par la relation belliqueuse entretenue avec les nations indiennes et la poursuite du système esclavagiste au Sud, les États-Unis se rapprochent davantage de l'Empire britannique que de la Grande-Bretagne. Contrairement à l'Europe où la question de faire des non-Européens des citoyens à part entière n'émerge qu'après les décolonisations du XX^e siècle, la question est présente dès le XIX^e siècle en Amérique. L'alphabétisation, la circulation d'œuvres écrites et la création d'institutions scientifiques sont toutefois, de fait ou de droit, réservées à la population définie comme « citoyenne », essentiellement blanche. Benjamin Banneker (1731-1806), l'Afro-Américain libre et éditeur d'almanachs, est pour cette raison l'objet de controverses (notamment de la part de Thomas Jefferson) quant à la question de savoir si un Noir a légitimité pour observer et produire des éphémérides[1].

Lors de l'avancée vers l'Ouest, le débat sur la citoyenneté reste marqué par la race. Le recensement décennal américain, institué en 1789, est célèbre pour avoir décompté les esclaves comme valant 3/5 d'individu (pour des questions fiscales et de représentation au Congrès) et refusé de dénombrer (et donc de laisser voter) les Indiens ne payant pas de taxes. Le premier recensement de 1790 confirme l'hypothèse de Franklin selon laquelle la population des Américains libres devait doubler tous les vingt ans et les populations indiennes s'effondrer. À la suite du travail de Georges Cuvier sur « l'extinction des espèces », le géologue Charles Lyell en étend la probabilité à certaines races et prophétise l'extinction des Indiens d'Amérique et des aborigènes d'Australie. L'hypothèse séduit les Américains blancs, bien que les fléaux affectant les populations indiennes ne soient manifestement pas le fait de la nature. Ce sont plutôt les guerres contre les nations indiennes dans la vallée de l'Ohio dans les années 1790, ou leur déportation sur les territoires de l'Oklahoma à travers la « Piste des Larmes » dans les années 1830, qui organisent ce déclin, tout comme l'indifférence générale du gouvernement vis-à-vis de leur état de santé. Alors que les Espagnols sont les premiers à pratiquer l'inoculation des Indiens contre la variole au XVIII^e siècle, et que les Britanniques mettent en place la vaccination au Canada dans les années 1820, les États-Unis n'ont pas de politique en la matière avant le milieu des années 1830. Entretemps, non seulement l'esclavage perdure, mais le nombre d'esclaves continue d'augmenter, même après la cessation de la traite en 1808[2].

L'hypothèse de Franklin sur la prolifération rapide de la population américaine au sein de vastes espaces ouverts acquiert une importance

1. Andrews 2001 (p. 218-241).
2. Zirkle 1957, Semonin 2000 (p. 366-375), Jones 2004 (p. 112-116).

nouvelle à la suite des théories évolutionnistes de l'époque victorienne, notamment celles d'Alfred Russel Wallace et de Charles Darwin. L'intermédiaire entre Franklin d'un côté, Wallace et Darwin de l'autre, est l'*Essai sur le principe de population* (6 éditions entre 1798 et 1826) de Thomas Robert Malthus, qui reprend la thèse de la croissance géométrique des populations humaines. Wallace dit sa dette envers Malthus quant à la notion de compétition entre espèces. Et dans son *Origine des espèces* (1859), Darwin s'appuie sur sa lecture de Malthus pour développer sa théorie de la sélection naturelle selon laquelle la diversité et la vigueur des espèces dépendent de la disponibilité en ressources[1].

Si Darwin fait des humains les sujets d'une sélection naturelle pouvant mener à l'extinction, il n'affirme toutefois pas que ces processus soient « naturels ». Il reconnaît par exemple la part de responsabilité des colons blancs dans le déclin des populations indigènes des États-Unis. Lorsque Darwin emploie le terme d'« extinction » pour décrire la situation des Indiens des îles côtières du Chili, il note qu'un prêtre local souhaitait achever militairement les populations survivantes du continent. En Australie, il constate de même que la population aborigène disparaît car elle peine à se nourrir. « Partout où s'est posé le pied de l'Européen, la mort semble poursuivre l'aborigène », conclut-il dans son journal de voyage sur le *Beagle*[2].

La réception de la théorie darwinienne aux États-Unis est donc mitigée, du fait de ses origines partiellement américaines et de sa pertinence vis-à-vis de la société coloniale. À cela s'ajoutent les raisons religieuses habituellement données. Tous les Américains ne s'y opposent toutefois pas, et bien des Européens partagent les inquiétudes religieuses que la théorie suscite. En fait, l'antipathie américaine provient moins de l'éloignement de la théorie de Darwin que de son inquiétante familiarité avec le contexte américain et de la défense indirecte des colonisés qu'elle autorise. Le rappel permanent des théories de Malthus dans les espaces colonisés (dont les États-Unis) perpétue l'idée coloniale de l'espace vaste et vierge et du droit de certaines populations à l'occuper. Même si Darwin assume une comparabilité entre les humains et d'autres espèces du règne naturel, tout comme Franklin le fait avec les hommes et les plantes, il n'énonce pas de hiérarchie entre les êtres humains, à la différence de Franklin en 1751 ou de ceux qui se sont réclamés de Malthus après 1803. Franklin souhaite critiquer l'empire par ses théories, et non remettre en cause l'ordre social colonial qui y règne ; à l'inverse, Darwin

1. Chaplin 2009 (p. 41 et 43-45).
2. Keynes 2001 (p. 278, 293 et 399), Darwin 1839 (p. 520).

est critique du processus de peuplement colonial (*settler colonialism*), notamment de celui qui a cours aux États-Unis[1].

Le débat autour de Darwin est évident dans le cas de Louis Agassiz, émigrant né en Suisse et révéré dès son arrivée à Harvard en 1847. Son rejet des thèses darwiniennes n'occulte pas sa gloire, mais les arguments qu'Agassiz oppose à ceux de Darwin exaspèrent les scientifiques américains opposés à l'esclavage. Agassiz, un créationniste persuadé de la nature divine de la Création, est aussi un polygéniste avéré affirmant qu'Adam et Ève sont les ancêtres des seules races blanches – les autres « races » ne pouvant être que biologiquement distinctes. Si elles ne défendent pas l'esclavage, les positions d'Agassiz, énoncées au moment de l'opposition entre Nord et Sud, rappellent que les scientifiques américains sont souvent complices du racisme. Ceci est tout aussi évident avec le *Crania Americana* de Samuel George Morton (1839) qui avance, de la même manière, que différentes « races » ont été créées séparément[2].

La science peut-elle fournir une réponse équilibrée à la question de l'esclavage ? Lorsque les scientifiques participent à l'expansion américaine, ils font entrer la science directement dans l'arène politique. La guerre de Sécession n'a d'ailleurs pas pour cause principale l'esclavage au sein des États sudistes, mais la volonté d'étendre ce système aux espaces du Sud-Ouest et dans l'aire des Caraïbes. Après les guerres mexicaines (1846-1848), plusieurs expéditions américaines ont pour but d'explorer ces nouvelles terres du Sud-Ouest afin d'établir une carte des ressources naturelles et des terres gagnées au détriment du Mexique. Cet effort stimule une nouvelle génération de scientifiques de terrain, notamment en géologie. Le sudiste Matthew Fontaine Maury recommande d'user de la science comme moyen d'obstruction, alors que l'invasion de certaines parties de l'Amérique latine semble ouvrir des voies à l'établissement de nouvelles plantations[3].

Après la sécession du Sud et le début de la guerre civile, l'Union met en place divers projets scientifiques. Notamment le Morrill Act de 1862, qui propose des fonds fédéraux pour l'enseignement agricole et les arts mécaniques. D'autres projets sont plus explicitement liés à la lutte contre l'esclavage : l'Emancipation Proclamation de janvier 1863 redéfinit l'effort de guerre pour inclure la fin complète de l'esclavage. La même année, le sénateur du Massachusetts Henry Wilson, héraut de la cause anti-

1. Chaplin 2009 (p. 42-43).
2. Irmscher 2013, Fabian 2010 (p. 79-120).
3. Dupree 1957 (p. 92-95).

esclavagiste, avance l'idée de créer une académie scientifique fédérale, sorte de versant idéologique de l'effort de guerre :

> Je souhaite que les savants du Vieux Monde puissent voir qu'à travers le feu et le sang de ce qui est la plus gigantesque guerre civile de l'histoire des nations, les dirigeants et le peuple des États-Unis […] encouragent l'élévation, la purification et la consolidation des institutions religieuses, bénévoles, littéraires, artistiques et scientifiques.

Le résultat ? L'Académie nationale des sciences (1863), qui, sans réellement participer à l'effort guerrier de l'Union, est un symbole fort du rôle nouveau de l'État fédéral dans la définition de la science et de l'identité nationale[1].

Et après ?

Après la guerre civile, la science américaine continue son développement et sa professionnalisation, devenant une institution majeure de la nation. Le Hatch Act de 1887 et l'Adams Act de 1906 établissent des dotations fédérales nouvelles pour la recherche agricole. Tout comme en Europe, des chercheurs en physique et chimie préparent le terrain pour l'avènement de la *big science*, caractéristique du XX^e^ siècle. Cela implique de reconfigurer les collèges en universités sur le modèle allemand, où le parcours de recherche se termine par un PhD. L'université Johns Hopkins ouvre la voie en 1876, suivant de près la fondation de l'université Cornell (1865), et précédant celle du Musée américain d'histoire naturelle de New York (1913) et la réorganisation des collections de Chicago devenant le musée Field d'histoire naturelle en 1905[2].

Pourtant, longtemps après l'indépendance et malgré sa prééminence montante dans les sciences dures, les États-Unis n'abandonnent jamais leurs fondamentaux coloniaux. Malgré l'abolition de l'esclavage en 1865 sur l'ensemble du territoire, et la fin de l'éviction violente des populations indiennes, il faut attendre le milieu du XX^e^ siècle pour assister à la reconnaissance des droits politiques des Noirs et des Indiens. L'homme blanc continue de demander aux Indiens d'abandonner leurs terres et la « fin » de la frontière, déclarée par le recensement fédéral de 1890, redit combien l'Amérique du Nord reste un espace de lutte entre colonisés et

1. *Ibid.* (p. 136-148), Curti 1942 (citation p. 263).
2. Dupree 1957 (p. 169-172), Rosenberg 1997 (p. 153-199), Kohler 1990, Nye 1996.

colonisateurs. Les variations sur le thème du darwinisme social restent puissantes et analysent les différences de situations sociales et économiques comme les conséquences logiques de différences ontologiques entre humains. La forte mortalité indienne continue d'être « naturalisée » et rapportée à la faiblesse de leur constitution plutôt qu'à la privation de leurs ressources traditionnelles et à l'absence de soins médicaux[1].

L'idée que la science aux États-Unis a défendu (ou devait défendre) les intérêts des colons a été une mauvaise chose. Les Blancs, suspectant que la théorie de l'évolution pouvait conduire à menacer l'agencement racial, s'engagent contre l'intégration du darwinisme dans l'éducation publique, comme l'illustre la célèbre décision State of Tennessee *versus* John Thomas Scopes de 1925. Pour leur part, les Afro-Américains s'inquiètent de savoir si la médecine ne les exploite pas au bénéfice des Blancs, comme lors des expérimentations de Tuskegee qui exposent des sujets noirs à la syphilis. Et les natifs américains considèrent souvent l'analyse de leur code génétique à des fins généalogiques comme une forme supplémentaire d'invasion[2].

La pensée raciste est omniprésente dans les sciences américaines au long du XIX^e^ siècle. Elle joue un rôle clé et est profondément perverse. De toute évidence, il serait bon de revenir sur l'étude des dissidents, à l'instar du sénateur Wilson ou de William Bartram, pour qui la science est un outil critique des hiérarchies coloniales. Bartram mesurait l'ampleur de la tâche ; dans ses mémoires sur les territoires creek, il décrit un « paradis terrestre » au milieu des marais de Floride. Quiconque s'approche de cet endroit s'aperçoit, écrit-il, « qu'à la manière des contrées enchantées, ce monde miroite devant nos yeux, apparaissant et disparaissant à volonté ». Ainsi un homme de science entrevoit-il un Éden américain qui peut encore miroiter devant nos yeux, mais peut-être pas pour toujours[3].

Traduit par Pierre Dubouchet

Références bibliographiques

Adas Michael, 1989, *Machines as the Measure of Men : Science, Technology, and Ideologies of Western Dominance*, Ithaca (NY), Cornell University Press.

Andrews William L., 2001, « Benjamin Banneker's Revision of Thomas Jefferson : Conscience versus Science in the Early American Antislavery Debate », *in* Vincent Carretta et Philip Gould (dir.), *Genius in Bondage : Literature of the Early Black Atlantic*, Lexington (KY), University of Kentucky Press, p. 218-241.

1. Jones 2004 (p. 146-147), Hofstadter 1992, Degler 1991.
2. Larson 1997, Reverby 2009, TallBear 2013.
3. Bartram 1996 (p. 47-48).

Armitage David, 2007, « From Colonial History to Postcolonial History : A Turn too Far ? », *William and Mary Quarterly*, vol. 64, n° 2, p. 251-254.

Baatz Simon, 1991, « "Squinting at Silliman" : Scientific Periodicals in the Early American Republic (1810-1833) », *Isis*, vol. 82, n° 2, p. 223-244.

Bartram William, 1996 [1791], *Travels through North and South Carolina, Georgia, East and West Florida, the Cherokee Country, etc.*, New York, Library of America (Penguin). [1re éd. française 1798 : *Voyage dans les parties sud de l'Amérique septentrionale : savoir : les Carolines septentrionale et méridionale, la Georgie, les Florides orientale et occidentale, le pays des Cherokees, le vaste territoire des Muscogulges ou de la confédération Creek, et le pays des Chactaws ; Contenant des détails sur le sol et les productions naturelles de ces contrées, et des observations sur les mœurs des sauvages qui les habitent*, trad. par P.V. Benoist, Paris.]

Basalla George, 1987, « The Spread of Western Science », *Science*, n.s., vol. 156, n° 3775, p. 611-622.

Belich James, 2009, *Replenishing the Earth : The Settler Revolution and the Rise of the Anglo-World (1783-1939)*, New York, Oxford University Press.

Bruce Robert V., 1987, *The Launching of Modern American Science (1846-1876)*, Ithaca (NY), Cornell University Press.

Chaplin Joyce E., 2001, *Subject Matter : Technology, the Body, and Science on the Anglo-American Frontier (1500-1676)*, Cambridge (MA), Harvard University Press.

– 2003, « Expansion and Exceptionalism in Early American History », *Journal of American History*, vol. 89, n° 4, p. 1431-1455.

– 2006, *The First Scientific American : Benjamin Franklin and the Pursuit of Genius*, New York, Basic Books.

– 2009, *Benjamin Franklin's Political Arithmetic : A Materialist View of Humanity*, Washington (DC), Smithsonian Institution.

– 2012, *Round about the Earth : Circumnavigation from Magellan to Orbit*, New York, Simon & Schuster.

Cohen I. Bernard, 1956, *Franklin and Newton : An Inquiry into Speculative Newtonian Experimental Science and Franklin's Work in Electricity as an Example Thereof*, Philadelphie (PA), American Philosophical Society.

Curti Merle, 1942, « The American Scholar in Three Wars », *Journal of the History of Ideas*, vol. 3, n° 3, p. 241-264.

Daniels George H., 1967, « The Process of Professionalization in American Science : The Emergent Period (1820-1860) », *Isis*, vol. 58, n° 2, p. 150-166.

Darwin Charles, 1839, *Journal and Remarks (1832-1836)*, Londres, Henry Colburn.

Degler Carl N., 1991, *In Search of Human Nature : The Decline and Revival of Darwinism in American Social Thought*, New York, Oxford University Press.

Delbourgo James et Dew Nicholas (dir.), 2008, *Science and Empire in the Atlantic World*, New York, Routledge.

Dupree A. Hunter, 1957, *Science in the Federal Government : A History of Policies and Activities to 1940*, Cambridge (MA), Harvard University Press.

Fabian Ann, 2010, *The Skull Collectors : Race, Science, and America's Unburied Dead*, Chicago (IL), University of Chicago Press.

Frank Lawrence, 1995, « *The Murders in the Rue Morgue* : Edgar Allan Poe's Evolutionary Reverie », *Nineteenth-Century Literature*, vol. 50, n° 2, p. 168-188.

Gerbi Antonello, 1973, *The Dispute of the New World : The History of a Polemic (1750-1900)*, trad. par Jeremy Moyle, Pittsburgh (PA), University of Pittsburgh Press.

– 1985, *Nature in the New World : From Christopher Columbus to Gonzalo Fernandez de Oviedo*, trad. par Jeremy Moyle, Pittsburgh (PA), University of Pittsburgh Press.
Gould Eliga H., 2007, « Entangled Atlantic Histories : A Response from the Anglo-American Periphery », *American Historical Review*, vol. 112, nº 5, p. 1415-1422.
Guralnick Stanley M., 1975, *Science and the Ante-Bellum American College*, Philadelphie (PA), American Philosophical Society.
Hofstadter Richard, 1992, *Social Darwinism in American Thought*, Boston, Beacon Press.
Irmscher Christoph, 2013, *Louis Agassiz : Creator of American Science*, Boston, Houghton Mifflin.
John Richard R., 1995, *Spreading the News : The American Postal System from Franklin to Morse*, Cambridge (MA), Harvard University Press.
Johnson Ann, 2009, « Material Experiments : Environment and Engineering Institutions in the Early American Republic », *in* Carol E. Harrison et Ann Johnson (dir.), *National Identity : The Role of Science and Technology*, Chicago (IL), University of Chicago Press.
Jones David Shumway , 2004, *Rationalizing Epidemics : Meanings and Uses of American Indian Mortality since 1600*, Cambridge (MA), Harvard University Press.
Keynes Richard D. (dir.), 2001, *Charles Darwin's « Beagle » Diary*, Cambridge, Cambridge University Press.
Kohler Robert E., 1990, « The PhD Machine : Building on the Collegiate Base », *Isis*, vol. 81, nº 4, p. 638-662.
Kohlstedt Sally Gregory, 1976, *The Formation of the American Scientific Community : The American Association for the Advancement of Science (1848-1860)*, Urbana (IL), University of Illinois Press.
– 1990, « Parlors, Primers, and Public Schooling : Education for Science in Nineteenth-Century America », *Isis*, vol. 81, nº 3, p. 424-445.
Labaree Leonard *et al.* (dir.), 1959-, *The Papers of Benjamin Franklin*, New Haven (CT), Yale University Press, 41 vol. à ce jour.
Larson Edward J., 1997, *Summer for the Gods : The Scopes Trial and America's Continuing Debate over Science and Religion*, New York, Basic Books.
Lewis Andrew J., 2004, « Nineteenth-Century Scientific Opinion of Lewis and Clark », *in* Robert S. Cox (dir.), *The Shortest and Most Convenient Route : Lewis and Clark in Context*, Philadelphie (PA), American Philosophical Society.
Lucier Paul, 2009, « The Professional and the Scientist in Nineteenth-Century America », *Isis*, vol. 100, nº 4, p. 699-732.
McFarland Benjamin J. et Bennett Thomas Peter, 1997, « The Image of Edgar Allan Poe : A Daguerreotype Linked to the Academy of Natural Sciences of Philadelphia », *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, vol. 147, p. 1-32.
Nye Mary Jo, 1999, *Before Big Science : The Pursuit of Modern Chemistry and Physics (1800-1940)*, Cambridge (MA), Harvard University Press.
Oleson Alexandra et Brown Sanborn C. (dir.), 1976, *The Pursuit of Knowledge in the Early American Republic : American Scientific and Learned Societies from Colonial Times to the Civil War*, Baltimore (MD), Johns Hopkins University Press.
Reverby Susan, 2009, *Examining Tuskegee : The Infamous Syphilis Study and Its Legacy*, Chapel Hill (NC), University of North Carolina Press.
Rosenberg Charles E., 1997, *No Other Gods : On Science and American Social Thought*, Baltimore (MD), Johns Hopkins University Press.

Schaffer Simon, Roberts Lissa, Raj Kapil et Delbourgo James (dir.), 2009, *The Brokered World : Go-Betweens and Global Intelligence (1770-1820)*, Sagamore Beach (MA), Science History Publications.

Schiebinger Londa L., 2004, *Plants and Empire : Colonial Bioprospecting in the Atlantic World*, Cambridge (MA), Harvard University Press.

Semonin Paul, 2000, *American Monster : How the Nation's First Prehistoric Creature Became a Symbol of National Identity*, New York, New York University Press.

Seth Suman, 2009, « Putting Knowledge in Its Place : Science, Colonialism, and the Postcolonial », *Postcolonial Studies*, vol. 12, nº 4, p. 373-388.

Slaughter Thomas P., 1996, *The Natures of John and William Bartram*, New York, Alfred A. Knopf.

– 2003, *Exploring Lewis and Clark : Reflections on Men and Wilderness*, New York, Alfred A. Knopf.

Slotten Hugh Richard, 1994, *Patronage, Practice, and the Culture of American Science : Alexander Dallas Bache and the US Coast Survey*, New York, Cambridge University Press.

Stearns Raymond Phineas, 1946, « Colonial Fellows of the Royal Society of London (1661-1788) », *William and Mary Quarterly*, vol. 3, nº 2, p. 208-268.

TallBear Kimberly, 2013, *Native American DNA : Tribal Belonging and the False Promise of Genetic Science*, Minneapolis (MN), University of Minnesota Press.

Tyrrell Ian, 1991, « American Exceptionalism in an Age of International History », *American Historical Review*, vol. 96, nº 4, p. 1031-1055.

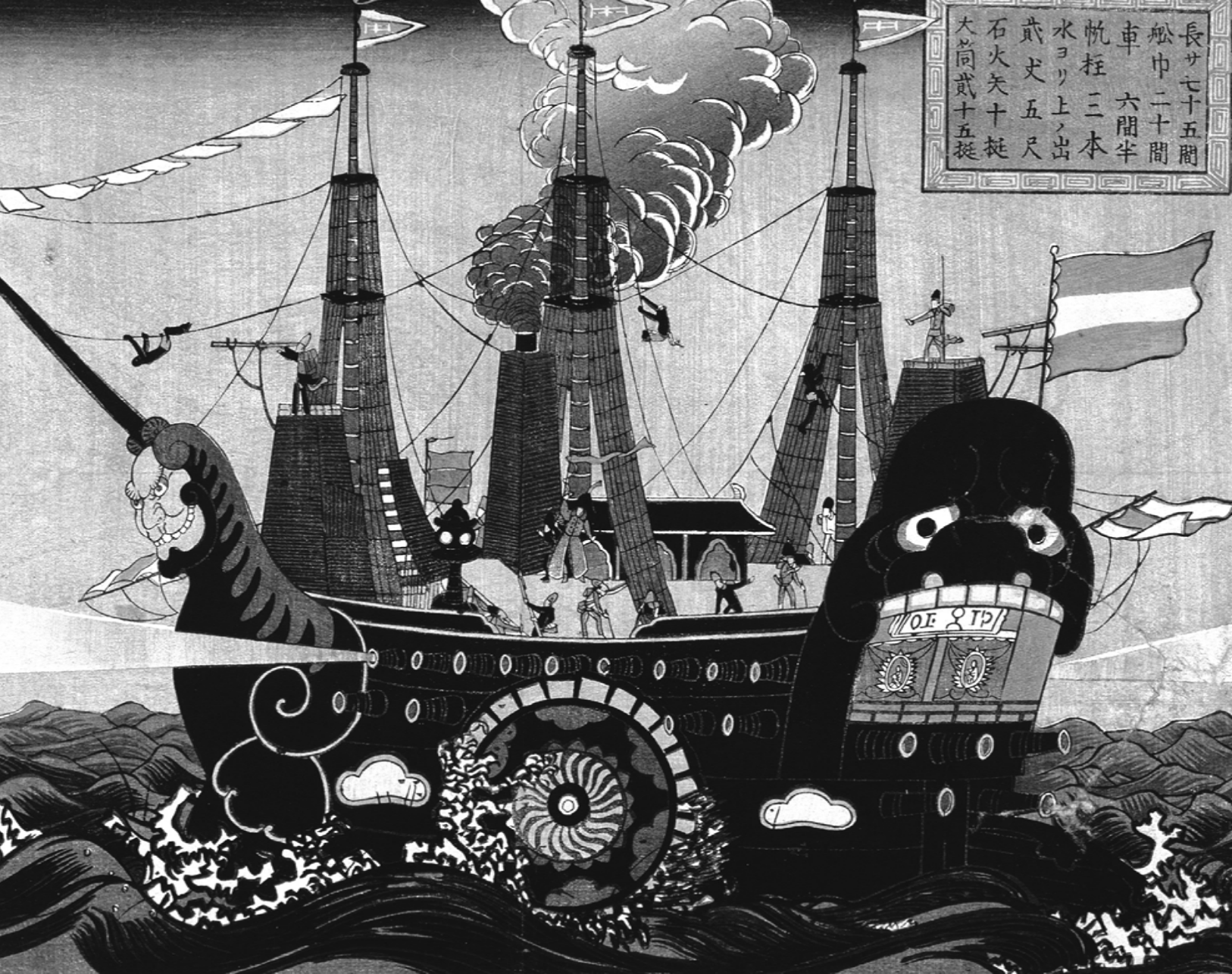
Viola Herman J. et Margolis Carolyn (dir.), 1985, *Magnificent Voyagers : The US Exploring Expedition (1838-1842)*, Washington (DC), Smithsonian Institution.

Warner John Harley, 1998, *Against the Spirit of System : The French Impulse in Nineteenth-Century American Medicine*, Princeton, Princeton University Press.

Wey-Gómez Nicolás, 2008, *The Tropics of Empire : Why Columbus Sailed South to the Indies*, Cambridge (MA), MIT Press.

Williams Frances Leigh, 1963, *Matthew Fontaine Maury : Scientist of the Sea*, New Brunswick (NJ), Rutgers University Press.

Zirkle Conway, 1957, « Benjamin Franklin, Thomas Malthus and the United States Census », *Isis*, vol. 48, nº 1, p. 58-62.


長サ七十五間
舩巾二十間
車　六間半
帆柱三本
水ヨリ上ノ出
弐丈五尺
石火矢十挺
大筒弐十五挺

16 La science « occidentale » sous la restauration Meiji. Mimétisme ou appropriation intelligente ?

KENJI ITO

Introduction

En 1853, quatre navires de guerre américains apparaissent au large d'Uraga, un village de pêcheurs japonais au sud-est de la péninsule de Miura. Ils appartiennent à l'escadron des Indes orientales sous le commandement du commodore Matthew C. Perry. La rencontre du Japon avec ces « navires noirs » (selon la terminologie qui apparaît alors) est un moment clé de l'histoire de l'archipel : de cette première jonction entre le Japon et son nouvel environnement international résultera l'introduction de la science « occidentale ».

La rencontre avec les « navires noirs » symbolise et annonce le processus par lequel la « science occidentale » est devenue une forme de savoir singulière, semblant présenter une validité universelle. Jan Golinski, dans son article sur l'ascension et le déclin de l'idée d'une « science singulière », s'attache à démontrer comment l'idée de « science singulière » se révèle incapable de fonder nos réflexions, et que de cette incapacité doit émerger une réponse alternative à la question de l'universalité apparente de la science[1]. Dans ce cadre, l'étude de la domination du savoir européen durant les trois siècles passés apparaît nécessaire ; pour une telle démarche, la transformation scientifique du Japon durant le XIX^e^ siècle fournit un exemple utile.

1. Golinski 2012.

◀ Image d'un vaisseau noir (*black ship*). Elle illustre la menace que la flottille de Matthew Perry a représentée pour les Japonais. – « Kurofune no zu » (Image d'un vaisseau noir), gravure sur bois non signée, vers 1855.

Les études récentes sur les formes de science non occidentales tendent à adopter des perspectives circulatoires et interactives, portant une attention accrue aux méthodes non occidentales d'investigation scientifique. La généralisation de la science occidentale est alors considérée non comme une simple diffusion, mais comme le résultat d'interactions permanentes, conduisant à des transformations et à la production de nouveaux savoirs[1].

Une telle perspective s'insère relativement facilement dans l'histoire de la science au Japon. L'ouvrage de langue anglaise le plus connu sur ce sujet, *The Formation of Science in Japan* de James Bartholomew, s'intéresse déjà à l'emploi par les dignitaires et scientifiques japonais d'un mélange entre traditions étrangères et locales, afin de forger leur propre tradition de recherche[2]. Tessa Morris-Suzuki, auteure d'un autre texte classique sur la question[3], met en évidence ce qu'elle appelle « la Grande Traduction » – procédé par lequel le savoir autochtone fut remodelé afin de devenir compatible avec la science occidentale[4]. Dans l'historiographie en langue japonaise, l'histoire de la science n'est pas perçue comme une simple réception des savoirs européens, mais comme faisant partie de plus vastes développements globaux concernant aussi bien la science que la société. Déjà en 1973, anticipant l'idée selon laquelle le XIX^e^ siècle constitue une rupture majeure[5], Hirosige Tetu[6] développe dans son *Kagaku no shakaishi* (Histoire sociale de la science) l'idée selon laquelle, à une cinquantaine d'années près, l'Europe et le Japon subissent des changements sociaux radicaux en même temps que l'institutionnalisation de la science et de la technique[7].

Dès lors, qu'est-ce qui fait que certaines formes de savoir se marginalisent alors que la science occidentale émerge comme le modèle unique de science ? Je propose d'analyser cela en mettant en scène des situations compétitives au travers desquelles différentes formes de savoir sont mises en concurrence et évaluées. Le physicien allemand Pascual Jordan a défendu ce que Norton Wise qualifie de « principe mitraillette d'objectivité » : « La différence entre les mathématiques françaises et allemandes, écrivait-il, n'est pas plus essentielle que la différence entre

1. Raj 2007 et 2013, Schaffer *et al.* 2009.
2. Bartholomew 1989 (p. 3).
3. Morris-Suzuki 1994.
4. Morris-Suzuki 1995.
5. Cunningham et Williams 1993.
6. Les noms japonais apparaissent ici dans l'ordre traditionnel – nom de famille suivi du prénom – sauf quand il s'agit de l'auteur d'une publication dans une langue européenne.
7. Hirosige 1973.

les mitraillettes de chaque pays[1]. » Malgré sa froideur, l'observation de Jordan souligne l'aspect hautement compétitif de l'investigation scientifique – une compétition qui n'est pas uniquement militaire, mais aussi économique, culturelle, académique. Je propose de considérer chacune de ces situations compétitives comme une « zone de combat[2] ». Je dirais que la « zone de combat » est l'espace de transmission du savoir précisément parce que la compétition incite fortement à mieux comprendre son opposant.

Dès lors, ce qu'on appelle « science occidentale » apparaît non seulement comme une forme compétitive de savoir, mais, en outre, comme une forme de savoir qui a su créer et définir la « zone de combat » dans laquelle elle a l'avantage. L'historien des sciences Robert Kohler fait ainsi référence au caractère « envahissant » de la science, à la manière d'une herbe rampante[3]. Comme le lierre, l'invasion perpétrée par la science occidentale peut s'expliquer par sa capacité à créer un environnement adapté à sa poursuite. Introduit dans un environnement nouveau, surdéterminé par le savoir occidental, le Japon du XIX^e^ siècle dut l'adopter pour rétablir son avantage.

Les deux termes centraux de ce chapitre – mimétisme et appropriation – ont une longue généalogie d'usages dans les sciences humaines et sociales. Dans le contexte de l'histoire des sciences, Abdelhamid I. Sabra distingue entre « appropriation » et « transmission », montrant par exemple comment les érudits du monde islamique n'ont pas seulement transmis leur savoir de la Grèce antique à l'Europe médiévale, mais ont aussi activement contribué à son développement[4]. Je propose ici le terme de mimétisme pour désigner une assimilation profonde entre destinataires et producteurs du savoir original. Dans le contexte japonais, les deux approches étaient viables pour l'assimilation du savoir européen.

Conditions préalables

L'ère Edo, de 1603 à 1868, peut être caractérisée comme une période de relative paix, sous l'égide d'une société féodale dirigée par le gouvernement Tokugawa, dénommée Bakufu. Les structures sociales étant rigides, et les occupations généralement héréditaires, la compétition ne joue qu'un rôle limité, que ce soit dans les arts martiaux ou dans

1. Wise 1994 (p. 225-226).
2. Je m'inspire ici de l'usage que font respectivement Peter L. Galison de *trading zone* et Fa-ti Fan de *contact zone*. Voir Galison 1997, Fan 2004.
3. Kohler 2002 (p. 8-9).
4. Sabra 1987.

l'apprentissage. Ce régime contrôle la plus grande partie du territoire et agit comme gouvernement national, malgré la présence de puissantes seigneuries régionales, militairement indépendantes, qui étendent leur pouvoir sur des territoires fortement autonomes. Une rivalité culturelle existe entre ces différents domaines féodaux, sans qu'apparaissent toutefois de confrontations militaires ouvertes, sauf lors des premières et dernières décennies de l'ère. Les voyages à l'étranger sont généralement prohibés, sous peine de mort.

Dejima, à Nagasaki, est l'unique lieu du commerce international, exclusivement avec la Chine et les Pays-Bas. L'année 1720 constitue un tournant historique : le huitième shogun Yoshimune décrète un assouplissement de l'interdiction des ouvrages étrangers[1], ouvrant la voie à de nouveaux savoirs scientifiques, introduits à travers des ouvrages néerlandais et des traductions chinoises de textes occidentaux. La lecture et la traduction de ces textes sont d'ailleurs désignées en japonais par le terme *rangaku*, ou « enseignement néerlandais » ; la médecine en est son premier visage. Ainsi, en 1774, une traduction du texte anatomique de l'Allemand Johann Adam Kulmus, *Anatomische Tabellen* (publié originalement en 1722)[2], est diffusée au Japon. L'astronomie est également suivie de près. À l'époque, l'agriculture constitue une activité cruciale pour le Japon, et l'établissement d'un calendrier fiable pour les récoltes est l'un des rôles centraux du gouvernement. Au sein du Tenmongata (Bureau de l'astronomie) fondé en 1865, le Bakufu crée le Bansho Wage Goyō (Bureau pour la traduction des ouvrages barbares) dès 1811, qui devient le siège principal de lecture et de traduction d'ouvrages occidentaux. La physique newtonienne ainsi que l'astronomie y sont introduites. Le *Rekisei Shinsho* de Shizuki Tadao (1802) est la traduction d'une traduction néerlandaise d'*Introductiones ad veram physicam et veram astronomicam* de John Keill, publiée en 1742[3].

Toutefois, l'afflux de savoir n'est pas unilatéral. Le physicien allemand Philipp Franz von Siebold, un des professeurs influents de « l'enseignement néerlandais », s'établit par exemple à Dejima en 1823. S'il y forme de nombreux praticiens japonais à la médecine néerlandaise, il profite de l'enseignement des botanistes japonais indigènes (appelés *honzōgakusha*) – auxquels il doit beaucoup de ses travaux sur l'histoire naturelle du Japon – pour étudier la flore locale[4].

Outre la science occidentale, un savoir scientifique et technologique proprement japonais se développe également. Vers la fin de l'ère Sengoku

1. Numata 1989 & 1997 (p. 51-54).
2. *Ibid.* (p. 96).
3. Boot 2008, Ravina 1993.
4. Ishiyama *et al*. 2003.

(ou ère des provinces en guerre) à la fin du XVII^e siècle, les premières études sur la balistique des armes à feu font leur apparition, mais l'unification et la pacification du Japon sous les Tokugawa rendent ce savoir presque inutile – contrairement à la belliqueuse Europe de la Renaissance[1]. Durant la période Edo, les *wasan* (les mathématiques japonaises) fleurissent, à la fois en tant que pratique culturelle et compétence d'une utilité certaine[2]. Aussi, les médecines traditionnelles chinoise (ou *kanpō*) et néerlandaise coexistent et se concurrencent[3]. Si, à cette époque, les régions n'entrent pas directement en compétition les unes avec les autres, la plupart des domaines féodaux sentent le besoin d'une réforme économique et sociale. L'assèchement des terres, la culture de nouvelles semences commerciales ou la sériciculture (élevage du ver à soie) sont autant de mesures engagées pour encourager le développement économique. En conséquence, les savoirs afférents à ces différentes industries – surtout l'agriculture et le génie civil – croissent en importance. Enfin, à l'instar de la tradition chinoise, les penseurs japonais investissent aussi le domaine de la philosophie naturelle[4].

Le savoir est également recherché hors de toute considération pratique, afin de servir de base à diverses activités de loisir. Hormis leur emploi évident dans l'élaboration du calendrier ou les évaluations comptables, les mathématiques sont également pratiquées comme divertissement, sous la forme du go ou des échecs japonais (Shibukawa, premier dirigeant du Bureau de l'astronomie, était d'abord un maître du jeu de go). Les arts mécaniques sont employés à la création aussi bien d'horloges raffinées que d'automates pour l'amusement public ou privé[5]. La chimie nécessaire à la fabrication de la poudre à canon n'est pas d'une grande utilité après l'ère Sengoku, mais trouve des applications dans la signalisation ou les feux d'artifice[6]. Les phénomènes physiques comme l'électricité font également l'objet de mises en scène divertissantes. Hirage Gennai, un scientifique ayant bénéficié de « l'enseignement néerlandais » au XVIII^e siècle, réalise un générateur d'électricité statique (« l'Elekiter ») pour des démonstrations publiques[7].

Les années pacifiques de la période Tokugawa peuvent ainsi être caractérisées par un manque d'incitations objectives à produire de nouvelles connaissances. L'alphabétisation de la société japonaise est généralement

1. Itakura *et al.* 1990.
2. Sato 2005.
3. Umihara 2007.
4. Tsuji 1973, Nakayama 1993 (p. 37-38).
5. Tatsukawa 1969.
6. Sakenobu 1969.
7. Roberts 2009.

élevée, malgré une hétérogénéité territoriale et l'absence de définition claire de ce critère[1]. Les motivations économiques sous-tendent parfois les innovations, préparant ainsi des développements qui interviendront surtout durant des confrontations plus intenses avec les puissances occidentales à la fin du XIXe siècle.

Les « navires noirs » : commerce, guerre, épidémies et science

L'expédition de Perry au Japon est considérée comme une « mission civilisatrice » : mettre fin à l'isolement japonais afin de l'introduire dans le monde du XIXe siècle. Démontrer l'essor de la civilisation occidentale représente donc une part importante de la mission. Parmi les tributs apportés par Perry auprès du Bakufu se trouvent divers objets technologiques, comme une petite locomotive à vapeur et deux paires d'instruments télégraphiques. Perry en fait la démonstration à Yokohama, sous les yeux fascinés des spectateurs japonais[2] ; certains développent un intérêt plus poussé, contribuant plus tard à l'établissement du système télégraphique japonais[3]. Plus discrètement, Perry fait entrer d'autres objets au Japon. Intentionnellement ou non, il contribue donc à introduire des « zones de combat » dans l'économie, la médecine et le domaine militaire.

La compétition économique est un aspect majeur de la mission de Perry, tout simplement parce que l'établissement d'un traité de commerce est la raison initiale de son expédition. Le traité de paix et d'amitié de 1854 puis le traité d'amitié et de commerce en 1858 ouvrent le marché japonais aux États-Unis. D'autres puissances suivent. À cette occasion, les diplomates japonais autorisent un certain nombre de clauses néfastes au Japon, comme l'extraterritorialité[4]. L'ère Meiji sera en partie caractérisée par la lutte du gouvernement contre l'héritage de ces traités défavorables.

En effet, ceux-ci ouvrent cinq ports aux pays occidentaux, incorporant par là même le Japon au commerce international. D'emblée, l'or – qui a un prix d'échange bien plus faible au Japon – est massivement exporté hors du pays[5]. Qui plus est, les nouveaux marchés ont pour conséquence le développement d'une industrie : les marchands étrangers, bloqués dans les quelques enclaves portuaires prévues par les traités, sont incapables d'étendre leur activité, laissant ainsi le temps et l'espace nécessaires à la

1. Rubinger 2007.
2. Hawks et Perry 1856 (p. 357-358).
3. Takahashi 1989.
4. Auslin 2006.
5. Ishii T. 1987, Ishii K. 1984.

croissance de l'industrie japonaise[1]. Les statistiques disponibles montrent qu'à cette époque les exportations représentaient déjà en valeur la moitié des importations au début de l'ère Meiji. Le principal objet d'exportation est la soie, suivie par le thé, le cuivre et les fruits de mer séchés[2]. La croissance des exportations de soie et de thé déclenche celle de l'industrie légère dans le pays. Si le Japon réussit à échapper au contrôle économique des puissances étrangères, sa propre industrialisation est inévitable[3]. Le transfert de savoir est pourtant bilatéral jusqu'à un certain point, comme le prouve la diffusion en Europe du savoir et de la pratique du ver à soie, alors que la mécanisation de la filature autorise dans l'archipel un accroissement et une standardisation de la production[4].

De nouvelles organisations commerciales se forment au sein des ports ouverts par les traités. Afin d'échanger avec les sociétés commerciales occidentales, le Bakufu incite les marchands japonais à former une coopérative en 1867, sur la base de ce qu'ils estiment être les règles et pratiques occidentales. Si cet effort fait long feu après quelques mois, il constitue bien la première tentative d'acclimater l'économie japonaise au marché international[5].

Les ports prévus par les traités sont aussi l'occasion d'un échange d'hommes et de savoirs. La première compagnie marchande à s'implanter à Yokohama – le port le plus proche de Tokyo – est Jardine, Matheson & Co., qui est la plus importante d'Asie orientale à cette époque. Fondée à Canton en 1832, la compagnie prospère sur le commerce d'opium et d'armes. En 1863, elle organise le transfert clandestin de cinq serviteurs du domaine Chōshū pour un voyage d'étude au Royaume-Uni. Parmi eux figurent les futurs leaders du gouvernement Meiji : Ito Hirobumi, Inoue Kaoru et Yamao Yōzō[6].

Les « navires noirs » apportent une autre « zone de combat » au Japon, moins métaphorique celle-là : la compétition militaire. La supériorité évidente des forces occidentales est à l'origine des transformations politiques connues sous le nom de « réformes Ansei », lancées par le « Premier des Anciens » (*Rōjū hittō*) Abe Masahiro. Abe nomme de jeunes vassaux Tokugawa, notamment ceux qui maîtrisent l'enseignement néerlandais, à des postes clés. La protection côtière devient une préoccupation importante et le gouvernement Tokugawa cherche l'appui

1. Ishii K. 1984 (p. 419).
2. Yamaguchi et Ōuchi 1968.
3. Ishii K. 1984 (p. 423).
4. Okumura 1973, Morris-Suzuki 1992.
5. Kanno 1929.
6. Blake 1999.

des Néerlandais de Nagasaki, qui fournissent des recommandations nombreuses et détaillées. Plutôt que d'établir des batteries de défense côtière, les Néerlandais incitent les Japonais à construire une flotte et à former des officiers qualifiés, allant jusqu'à leur conseiller d'embaucher des instructeurs néerlandais – et de les rémunérer généreusement – et même jusqu'à déterminer quelles matières doivent être enseignées. Parmi celles-ci, on retrouve les classiques occidentaux tels que la géographie, l'astronomie, l'arithmétique, l'algèbre, la géométrie, ainsi que des matières pratiques comme la navigation, l'ingénierie navale, les moteurs à vapeur et la balistique[1]. Cela se concrétise par la fondation du Centre d'entraînement naval de Nagasaki (*Nagasaki Kaigun Denshūjo*) en 1855, qui attire alors les jeunes talents de tout le pays. Le Centre est un des premiers exemples d'une institution formelle d'enseignement de science et technologie occidentales[2].

La troisième « zone de combat » touche au domaine médical. Au Centre d'instruction navale de Nagasaki, le médecin militaire néerlandais Lijdius Catharinus Pompe van Meerdervoort donne des leçons de médecine dès 1857. L'année suivante, une épidémie de choléra touche le pays à Nagasaki et se répand le long de la route principale, vers l'est[3]. Malgré l'absence de statistiques détaillées, on estime le bilan de l'épidémie à 10 000 morts à Osaka, et entre 30 000 et 40 000 à Edo (Tokyo)[4]. La médecine occidentale n'est pas encore parvenue à trouver un traitement efficace contre le choléra et ne peut alors en empêcher la propagation, mais les docteurs japonais de la médecine néerlandaise (et Pompe van Meerdervoort lui-même) s'efforcent de soigner au mieux les patients. À Nagasaki, 36,4 % des patients traités par Pompe et ses élèves meurent ; le taux de mortalité pour les patients traités par d'autres docteurs est de 55,5 %[5]. Suite aux activités de Pompe, la confiance en la médecine néerlandaise se renforce grandement à Nagasaki[6]. Même si la médecine occidentale ne montre pas la même suprématie dans le traitement du choléra que, par exemple, dans le traitement de la variole par inoculation, la médecine traditionnelle japonaise, mieux établie, pâtit davantage de son incapacité à endiguer cette épidémie dévastatrice.

1. Kogure 2011 (p. 4-5), Fosu 2000.
2. Fujii 1991.
3. Pompe soutient que la maladie fut introduite par la frégate américaine *Mississippi*, thèse contestée par un médecin américain. Voir Pompe 1968 (p. 288-289), Simmons 1880 (p. 3).
4. Yamamoto 1982 (p. 17-22).
5. *Ibid.* (p. 17), Ogata *et al*. 1975.
6. Aoki 2012 (p. 248).

« Zones de combat » et savoir

L'arrivée de Perry est simplement une menace – mais de véritables confrontations militaires vont avoir lieu par la suite. Un conflit préfigure déjà celles-ci en 1808 : dans le contexte des guerres napoléoniennes, le navire britannique *HMS Phaeton* pénètre dans le port de Nagasaki à la recherche de navires néerlandais. Malgré l'absence de navires ennemis, la frégate britannique soumet la garnison du port, faisant emploi de sa puissance de feu supérieure. S'il apparaît aujourd'hui que des problèmes organisationnels peuvent expliquer l'inefficacité japonaise lors de cet événement[1], il a tout de même poussé à la modernisation du domaine de Saga, que le Bakufu considère alors comme responsable de la défense du port[2].

L'ouverture du Japon provoque d'autres confrontations militaires plus sérieuses, à la fois contre les puissances occidentales et à l'intérieur du Japon, accélérant l'occidentalisation du pays et l'adaptation à de nouvelles technologies et sciences. Vers la fin de l'ère Tokugawa, une idéologie nationale et xénophobe bénéficiant d'une audience croissante voit dans l'empereur, et non plus dans le shogun, le dépositaire de la plus haute autorité morale. Lorsque le Bakufu conclut le traité d'amitié américano-japonais sans l'approbation de l'empereur Kōmei, une vague de fureur s'empare du pays, relayée par les partisans de l'empereur et la cour impériale elle-même. Face à cette réaction, le « Grand Ancien » Ii Naosuke – qui a succédé au défunt Abe en 1858 – tente de conforter son pouvoir en éliminant un certain nombre de décideurs et de fonctionnaires du gouvernement Tokugawa. Cela entraîne le limogeage de nombreux réformistes nommés par Abe, ainsi que l'exécution ou l'emprisonnement des opposants au Bakufu. Le sentiment anti-Tokugawa n'en est qu'accru, notamment auprès de seigneurs des régions du Sud-Ouest. L'année suivante, Ii est assassiné par des partisans de l'empereur. Le terrorisme à l'encontre des partisans de l'Occident s'impose.

La guerre du Shimonoseki entre les puissances occidentales et Chōshū en 1863-1864 est l'une des conséquences de la montée de ce nationalisme japonais. Chōshū est localisé à l'extrémité occidentale de l'île principale du Japon et contrôle le détroit de Shimonoseki, passage obligé vers la mer intérieure et Osaka. Chōshū est l'un des domaines qui ont avec succès adopté des réformes agraires et économiques et accumulé des

1. Wilson 2010.
2. Egashira 1973.

richesses. Il est aussi traditionnellement anti-Bakufu et pro-empereur. Chōshū applique à la lettre le décret d'expulsion des étrangers de 1863 et commence à bombarder les navires occidentaux empruntant le détroit de Shimonoseki. En représailles, la France et les États-Unis, bientôt suivis de la Grande-Bretagne et des Pays-Bas, forment une alliance qui se lance à l'assaut de Chōshū en 1863-1864. Face à la supériorité de la flotte alliée, Chōshū perd ses trois navires de guerre ; sur terre, l'armée semi-traditionnelle – dont certains soldats sont seulement munis d'arcs et d'armes à platine à mèche – ne fait pas beaucoup mieux. Durant ce conflit, l'arme à feu la plus évoluée dont dispose l'infanterie japonaise est le « Gewehr », un fusil à canon lisse et chargement par la bouche acheté auprès des Néerlandais – face aux Européens munis de carabines[1].

Battus, les leaders Chōshū dépêchent leur émissaire Takasugi Shinsaku, un jeune réformiste familier de l'enseignement occidental, pour négocier un cessez-le-feu. Cette confrontation infléchit la balance politique en faveur des réformistes comme Takasugi, dont l'objectif est de moderniser l'armement et d'établir des relations diplomatiques et économiques avec les puissances occidentales. Des transformations sociales se font également sentir : après la guerre, des soldats sont recrutés au sein de classes non samouraïs et l'armée divisée en plusieurs corps ; l'un d'eux, le Kiheitai (corps de soldats irréguliers), deviendra sous l'impulsion de Takasugi lui-même un véritable régiment à l'occidentale, à la fois dans son équipement et dans ses méthodes d'entraînement. Déjà établies par l'assistance qu'a procurée Jardine, Matheson & Co. aux réformistes Chōshū lors de l'envoi de serviteurs en Europe, les relations entre Chōshū et Britanniques sortent renforcées de la guerre. Ces derniers, lassés de la corruption et de la lenteur de l'administration Tokugawa, pensent établir de meilleures relations futures avec des réformistes tels que Takasugi, à qui ils fournissent un armement moderne[2].

Une confrontation similaire à la guerre du Shimonoseki a lieu à Satsuma, autre domaine puissant de la fin de l'ère Tokugawa, localisé sur l'île de Kyushu. En 1862, un groupe de cavaliers menés par Shimazu Hisamitsu, le père du suzerain de Satsuma et donc pratiquement chef du clan, tombe nez à nez avec un groupe de cavaliers britanniques près du village de Namamugi. Ceux-ci ne descendent pas de leur monture comme le protocole l'exige pourtant. Offensés par ce qu'ils perçoivent être un manque de respect, des vassaux Satsuma tuent sauvagement l'un d'eux.

1. Notake 1926 (p. 72).
2. Blake 1999 (p. 163-164).

Ils restent ensuite sourds aux demandes de dédommagement des Britanniques, refusant également de leur livrer les coupables. L'année suivante, la flotte britannique attaque Satsuma, déclenchant ainsi ce qu'on appelle la guerre « anglo-satsuma ». Ayant constaté la puissance d'une armée et d'une marine modernes, les Satsuma établissent par la suite une solide relation avec la Grande-Bretagne, leur permettant notamment d'importer de nouvelles armes à feu et des navires à vapeur de Jardine, Matheson & Co., ou de son agent à Nagasaki, Glover & Co.[1]

La chute des Tokugawa commence avec la guerre entreprise contre les Chōshū en 1864. Le début de l'année est marqué par la tentative de Chōshū d'en appeler directement à l'empereur de Kyoto, ce qui entraîne une bataille contre les armées pro-Bakufu et la destruction d'une large partie de la ville de Kyoto. La cour impériale, outrée par cet incident, ordonne une expédition punitive des Bakufu contre Chōshū ; l'expédition, assistée par des *daimyo* puissants comme Satsuma, est un succès. Des conservateurs pro-Bakufu sont installés à Chōshū, mais les réformistes et les anti-Bakufu menés par Takasugi se révoltent contre leur joug. Contrôlant le Kiheitai, organisé et équipé à l'occidentale, ils réussissent à renverser le gouvernement conservateur de Chōshū et à regagner le contrôle du domaine. Devant ce contrecoup, le Bakufu tente une deuxième expédition qui faillit, d'autant que cette fois-ci Satsuma s'allie secrètement avec Chōshū par l'intermédiaire de Sakamoto Ryōma du domaine Tosa. L'emploi efficace du Kiheitai et d'autres forces armées occidentalisées, ainsi que la désorganisation des alliés du Bakufu, révèlent la faiblesse du gouvernement central.

En 1867, face à l'idéologie pro-impériale et à la montée en puissance militaire des domaines du Sud-Ouest qui sapent l'autorité du Bakufu, le shogun Yoshinobu abdique en faveur de la cour impériale, mettant fin à presque trois siècles de règne Tokugawa. Le plan du shogun est de conserver les territoires Tokugawa et l'influence politique forte du clan sous l'égide de l'empereur. Souhaitant la chute des Tokugawa et l'apparition d'un État plus centralisé, Satsuma et les nobles anti-Tokugawa suscitent un climat de guerre hostile aux anciens puissants. Le décès en 1867 de l'empereur Komei – connu pour sa xénophobie et son soutien aux Tokugawa – leur facilite la tâche. Son successeur, âgé de quatorze ans, doit endurer une guerre de 1868 à 1869, durant laquelle l'alliance anti-Bakufu de Chōshū, Satsuma, Tosa et Saga triomphe des Tokugawa et de ses alliés. Les Tokugawa peuvent certes compter sur une infanterie entraînée par les Français et une marine beaucoup plus puissante que

1. Denney 2011.

la coalition anti-Bakufu, mais ses alliés principaux, comme les Aizu, ne disposent que de forces vétustes, sous-équipées et mal organisées.

La restauration Meiji

Sous l'égide de l'empereur, un nouveau gouvernement est établi par les vainqueurs en 1868, proclamant l'ère Meiji. Le gouvernement légitime sa révolte contre les Tokugawa par l'autorité de la cour impériale et la volonté d'expulser les étrangers ; mais la victoire, largement due à l'armement occidental, rend toutefois impossible une politique de nationalisme culturel et de xénophobie. Plutôt que « Révérer l'empereur, expulser les barbares » (le *Sonnō jōi*), le mot d'ordre du Japon nouveau devient : « Enrichir le pays, renforcer l'armée » (le *Fukoku kyōhei*)[1]. C'est pour réaliser cet objectif que le nouveau gouvernement continue et accélère même le mouvement d'occidentalisation déjà engagé.

« Civilisation et Lumières » est le second mot d'ordre. La civilisation occidentale n'est plus seulement un outil d'appropriation adopté pour réaliser les objectifs du Japon, mais un moyen de mimétisme culturel. La seule fascination exercée par la culture et la civilisation occidentales ne suffit pas à expliquer ce processus ; afin d'amender les traités inégaux et de favoriser les relations diplomatiques, il était nécessaire de présenter le Japon comme une nation civilisée parmi d'autres. La politique culturelle et la diplomatie embrassent les us et coutumes occidentaux (comme la diplomatie du *dance-hall* d'Inoue Kaoru)[2]. La construction d'infrastructures à l'aide de l'ingénierie occidentale ainsi que l'établissement d'institutions scientifiques et d'enseignement jouent le rôle aussi bien de mimétisme que d'appropriation : cela sert non seulement à la réalisation du *Fukoku kyōhei*, mais aussi à imiter la science et la technologie occidentales. Après la restauration Meiji, diverses institutions scientifiques sont fondées, qui débauchent parfois des professeurs étrangers selon la tradition des Togukawa. L'école confucianiste principale du Bakufu fait l'objet d'une refonte dont est issu le *Daigaku*, une école de pensée japonaise et chinoise – *Daigaku* est aujourd'hui le terme standard pour « université ». Le « Bureau pour la traduction des ouvrages barbares » devient le *Daigaku Nankō* (École sud de l'Université). Une clinique privée créée par les médecins néerlandais pour l'inoculation des malades devient le *Daigaku Tōkō* (École est de l'Université). Parmi

1. Samuels 1996.
2. Keene 2004.

ces institutions, l'université principale décline suite à des querelles intestines entre les tenants de l'école japonaise d'enseignement et ceux de l'école confucianiste.

De nouvelles institutions font également leur apparition : la plus importante, le Collège impérial d'ingénierie, est établie en 1873 sous la direction du ministère des Travaux afin d'y former de nouveaux ingénieurs pour le pays. Son président, Yamao Yōzō, a lui-même séjourné au Royaume-Uni et étudié l'ingénierie à l'université de Glasgow. Avec le ministre des Travaux, Ito Hirobumi, il s'applique à trouver les enseignants appropriés pour la nouvelle institution. Le binôme, aidé par Hugh Matheson, neveu du cofondateur de Jardine, Matheson & Co., ainsi que par Lewis Gordon (ancien professeur de sciences mécaniques à l'université de Glasgow) et son successeur William Rankine[1], fournit au Collège impérial un grand nombre de nationaux britanniques talentueux – souvent des diplômés de l'université de Glasgow qui ont suivi l'enseignement de Rankine et de William Thomson. Sur la recommandation de Rankine, le tout jeune Henry Dyer (1848-1918) devient le principal du Collège impérial ; aidé par des bureaucrates japonais, Dyer appuie les principes de Rankine, combinant les diverses visées japonaises aux formules de l'enseignement du métier d'ingénieur dans d'autres pays d'Europe. De ce syncrétisme naît le cursus du Collège impérial d'ingénierie[2].

Le Collège impérial d'ingénierie sert de cadre pour les jeunes ingénieurs japonais, capables à présent de planifier et de construire des infrastructures industrielles pour le Japon. L'ingénierie industrielle au niveau universitaire est alors nouvelle en Europe – la chaire de Glasgow est l'une des plus précoces –, ce qui explique comment le Japon a pu rapidement suivre cette mode. Le canal du lac Biwa est une des premières réalisations du génie civil japonais. Ce canal vient combler les espoirs de ceux qui souhaitaient connecter Kyoto au lac Biwa, favorisant ainsi la circulation selon un axe nord-sud. Tanabe Sakurō, étudiant en cinquième année au Collège impérial, réalise sa thèse sur ce projet et fournit l'expertise nécessaire à sa mise en œuvre. La construction prend cinq ans, mobilise deux fois le budget annuel de la ville de Kyoto, et cause la mort de 17 personnes – mais est finalement achevée en 1890. En 1891, Tanabe réussit à employer l'eau du lac Biwa pour alimenter une centrale hydroélectrique, la seconde seulement dans le monde après celle d'Aspen aux États-Unis[3].

À l'expiration de leurs contrats, les enseignants britanniques du

1. Constable et Stevenson 1877 (p. 186-190).
2. Marsden 1992, Gooday et Low 1998, Wada 2011.
3. Murase 1987.

Collège impérial retournent en Europe. Certains y appliquent à nouveau leur expérience de l'enseignement de l'ingénierie : William Ayrton, étudiant auprès de William Thomson et professeur d'ingénierie électrique au Collège impérial, poursuit sa carrière au Finsbury College de Londres ; John Perry, élève de James Thomson (frère de William Thomson), enseigne le génie civil au Japon et devient professeur au Royal College of Science. Ces deux écoles constitueront plus tard l'Imperial College of Science and Technology[1].

Les successeurs du *Daigaku Nankō*, du *Daigaku Tōkō* et du Collège impérial japonais sont eux-mêmes unifiés en 1877 au sein de l'université de Tokyo : première université du Japon, elle se dote progressivement de facultés de sciences, ingénierie, médecine ou agriculture, pour devenir la plus importante institution d'éducation supérieure du pays.

Avec l'établissement d'institutions d'éducation occidentalisées, la médecine traditionnelle et le *wasan* sont exclus. Si les docteurs de *kanpō* ou les mathématiciens *wasan* continuent à jouer un rôle important, c'est au prix d'une plus grande marginalisation, permettant de poursuivre le mimétisme de la science occidentale.

La Première Guerre mondiale et l'essor de la recherche au Japon

Durant l'ère Meiji, et suite à la multiplication des institutions académiques, la production de savoir au Japon commence à s'accroître significativement. La question de savoir si, et dans quelle mesure, le Japon doit développer des institutions de recherche scientifique est largement débattue[2]. Le débat se focalise notamment sur les types de savoir devant être produits au Japon et ceux devant être importés. Médecine et mathématiques bénéficient de l'avantage d'une longue tradition, et l'ingénierie s'affiche comme une priorité pratique. Des sujets spécifiques au Japon, comme la sismologie, procurent un avantage immédiat au sein de la compétition mondiale. Le mimétisme, tout comme le fait de devenir un pays producteur de savoir, sont deux valeurs culturelles devant être prises en compte ; elles doivent de plus être confrontées au coût de construire des infrastructures de recherche proprement japonaises.

La recherche débute par un travail d'analyse à destination de l'industrie. Au tournant du XIX^e^ siècle, le Japon vise le développement d'une industrie lourde ; l'Institut de recherche industrielle (*Kōgyō Shikenjo*) a pour tâche

1. Hall 1982, Gay 2010.
2. Bartholomew 1989.

d'établir, dès 1900, des séries de tests et d'analyses scientifiques sur les questions de contrôle et de standardisation des matériaux et produits industriels. Le réseau de laboratoires industriels de recherche sur les questions agricoles, d'ingénierie, de chimie ou minière ouvre la voie à l'émergence de la recherche scientifique[1].

La guerre renforce cette tendance. Si le conflit de 1914 ne s'étend pas jusqu'au Japon, il en affecte l'économie et la science. À cause de la guerre et des ruptures d'approvisionnement en biens pharmaceutiques ou scientifiques, le Japon cherche à se doter de ses propres capacités de recherche scientifique. Dans ce contexte, l'Institut pour la recherche physique et chimique (RIKEN) est fondé en 1917, afin de produire les connaissances nécessaires à l'essor des industries chimiques, électriques, et à celui des secteurs de pointe. Pour la première fois depuis la restauration Meiji, l'apparition d'une institution comme le RIKEN dote le pays à la fois de l'environnement et du financement nécessaires à la recherche scientifique – bien que le but principal soit de s'imposer dans la « zone de combat » économique[2].

Se recentrant vers la recherche, les ingénieurs et scientifiques doivent légitimer l'objet de leur travail, pas seulement pour leur contribution pratique au développement de la nation, mais aussi dans le cadre de la compétition scientifique internationale. La « zone de combat » académique est alors dominée par les Européens qui y imposent leurs règles. Comme l'avance Okamoto Takuji, les chercheurs les plus profondément orientés vers la recherche, comme Nagaoka Hantarō, se montraient de plus en plus véhéments à l'encontre des Européens dès la fin du XIX^e^ siècle et le début de l'ère Meiji[3]. Les chercheurs japonais se retrouvent piégés dans la spirale d'une concurrence académique mondiale à mesure que leur compétence se développe.

En 1918, Nishina Yoshio, un étudiant en génie électrique tout juste sorti de l'université impériale de Tokyo, rejoint le RIKEN pour conduire des études sur la « chimie électrique » et s'oriente progressivement vers la physique atomique ; il quittera le Japon pour l'Europe en 1922 et y demeurera jusqu'en 1928, où il assistera à la naissance de la mécanique quantique. Depuis son retour au Japon, des physiciens japonais ont contribué de façon significative et continue au développement de la physique expérimentale et théorique – rendant le terme « science occidentale » désuet, voire inapproprié dans le contexte japonais.

1. Kamatani 1988.
2. Itakura 1971, Hirosige 1973, Bartholomew 1989, Saitō 1988, Kamatani 1988.
3. Okamoto 2011.

Conclusion

L'expansion occidentale symbolisée par l'arrivée de Perry sur les côtes japonaises a déclenché l'entrée dans un nouvel environnement pour le pays, régi par de nouvelles règles de concurrence. Au sein de cet environnement, ce que j'ai nommé « zones de combat » désigne les espaces de transfert du savoir, des institutions et des pratiques scientifiques occidentaux. Dans ce processus, certains Japonais ont d'abord considéré que la meilleure stratégie consistait en une appropriation et/ou mimétisme de la science occidentale. Mais les règles ont évolué avec le temps et, alors que la compétition s'est étendue aux champs militaire et économique ou académique – particulièrement après la Première Guerre mondiale –, la nécessité de produire un savoir propre au Japon s'est fait sentir. Pour cela, les Japonais ont dû adopter non seulement le savoir pratique et les finalités de la connaissance occidentale, mais aussi la *Weltanschauung* occidentale qui accompagnait cette science. Bientôt, les Japonais devaient contribuer aux aspects les plus fondamentaux de la science, en lien avec la philosophie naturelle : ainsi, la « science occidentale » est simplement devenue « science », achevant un processus de singularisation de la science dans le contexte japonais.

Traduit par Pierre Dubouchet

Références bibliographiques

Aoki Toshiyuki, 2012, *Edo jidai no igaku : Meii tachi no 300-nen* (La médecine pendant la période Edo : trois siècles de grands médecins), Tokyo, Yoshikawa Kōbunkan.

Auslin Michael R., 2006, *Negotiating with Imperialism : The Unequal Treaties and the Culture of Japanese Diplomacy*, Cambridge (MA), Harvard University Press.

Bartholomew James, 1989, *The Formation of Science in Japan : Building a Research Tradition*, New Haven (CT), Yale University Press.

Blake Robert, 1999, *Jardine, Matheson : Traders of the Far East*, Londres, Weidenfeld & Nicholson.

Boot Wim J. (dir.), 2008, *The Patriarch of Dutch Learning Shizuki Tadao (1760-1806) : Papers of the Symposium Held in Commemoration of the 200th Anniversary of His Death*, Tokyo, Japan-Netherlands Institute.

Constable Thomas et Stevenson David, 1877, *Memoir of Lewis D.B. Gordon, FRSE*, diffusion limitée.

Cunningham Andrew et Williams Perry, 1993, « De-centering the "Big Picture" : The Origins of Modern Science and the Modern Origins of Science », *The British Journal for the History of Science*, vol. 28, p. 407-423.

Denney John, 2011, *Respect and Consideration : Britain in Japan (1853-1868 and Beyond)*, Leicester, Radiance Press.

Egashira Tsuneharu, 1973, « Sagahan niokeru yōshiki kōgyō (Industrie à la mode

occidentale à Saga) », *in* Nihon Keizaishi Kenkyūjo (dir.), *Bakumatsy keiziashi kenkyū* (Études sur l'histoire de l'économie au Japon), Kyoto, Rinsen Book, p. 59-100.
Fan Fa-ti, 2004, *British Naturalists in Qing China : Science, Empire, and Cultural Encounter*, Cambridge (MA), Harvard University Press.
Fosu Miyako (dir. et trad.), 2000, *Kaikoku Nihon no yoake : Oranda kaigun Fabiusu chūryū nisshi* (L'aube de la nation maritime nippone : le journal de l'officier naval néerlandais Fabius au Japon), Kyoto, Shibunkaku Shuppan.
Fujii Tetsuhiro, 1991, *Nagasaki Kaigun Denshūjo : Jūkyūseiki tōzai bunka no setten* (L'école navale de Nagasaki : une zone de contact entre Occident et Orient au XIX^e^ siècle), Tokyo, Chūō Kōron Sha.
Galison Peter L., 1997, *Image and Logic : A Material Culture of Microphysics*, Chicago (IL), University of Chicago Press.
Gay Hannah, 2010, « Association and Practice : The City and Guilds of the Advancement of Technical Education », *Annals of Science*, vol. 57, p. 369-398.
Golinski Jan, 2012, « Is It Time to Forget Science ? Reflections on Singular Science and Its History », *Osiris*, vol. 27, p. 19-36.
Gooday Graeme J.N. et Low Morris F., 1998, « Technology Transfer and Cultural Exchange : Western Scientists and Engineers Encounter Late Tokugawa and Meiji Japan », *Osiris*, vol. 13, p. 99-128.
Hall A. Rupert, 1982, *Science for Industry : A Short History of the Imperial College of Science and Technology and Its Antecedents*, Londres, Imperial College.
Hawks Francis L. et Perry Matthew C., 1856, *Narrative of the Expedition of an American Squadron to the China Seas and Japan*, Washington (DC), Beverley Tucker, Senate Printer.
Hirosige Tetu, 1973, *Kagaku no shakaishi* (Histoire sociale des sciences), Tokyo, Chūō Kōron Sha.
Ishii Kanji, 1984, *Kindai Nihon to Igirisu shihon : Jādin Maseson shōkai o chūshi ni* (Le capital britannique au Japon moderne : le cas de Jardine, Matheson & Co.), Tokyo, University of Tokyo Press.
Ishii Takashi, 1987, *Bakumatsu kaikōki keizaishi kenkyū* (Études sur l'histoire économique de la période Edo tardive), Yokohama, Yūrindō.
– 2010, *Nihon kaikoku shi* (Histoire de l'ouverture du Japon), Tokyo, Yoshikawa Kōbunkan.
Ishiyama Teiichi *et al.*, 2003, *Shin Sīboruto kenkyü 1* (Études nouvelles sur Siebold I), Tokyo, Yasaka Shobō.
Itakura Kiyonobu, 1971, *Kagaku to shakai : Sōzō o umu shakai, shisō, shosiki* (Science et société : sociétés, idées et formes d'organisation propices à la créativité), Tokyo, Kisetzusha.
Itakura Kiyonobu, Nakamura Kunimitsu et Itakura Reiko, 1990, *Nihon ni okeru kagaku kenkyū no hōga to zasetsu : Kinsei Nihon kagakushi no nazotoki* (Commencement et entraves à la recherche scientifique : résolution des problèmes de l'histoire des sciences au Japon pendant la première modernité), Tokyo, Kasetsusha.
Kamatani Chikayoshi, 1988, *Gijutsu taikoku hyakunen no kei : Nihon no kindaika to kokuritsu kenkyūkikan* (Un plan de cent ans pour un pouvoir technologique : modernisation du Japon et des organismes de recherche nationaux), Tokyo, Heibonsha.
Kanno Watarō, 1929, « Bakumatsu no shōsha (Compagnies de commerce pendant l'ère Edo tardive) », *Keizai ronsō*, vol. 29, n° 1, p. 241-267.
Keene Donald, 2004, *Emperor of Japan : Meiji and His World (1852-1912)*, New York, Columbia University Press.

Kogure Minori, 2011, « Sheisu cho Oranda Nihon kaikokuron fuzoku shiryō II : Oranda kaigun nihon bunkentai no rekishi (Appendice II au plaidoyer néerlandais pour l'ouverture du Japon : histoire de l'escadre néerlandaise au Japon) », *Yōgaku kenkyūshi Ittaku*, nº 19, p. 1-86.

Kohler Robert E., 2002, *Landscapes and Labscapes : Exploring the Lab-Field Border in Biology*, Chicago (IL), University of Chicago Press.

Liss Robert, 2009, « Frontier Tales : Tokugawa Japan in Translation », *in* Simon Schaffer, Lissa Roberts, Kapil Raj et James Delbourgo (dir.), *The Brokered World : Go-Betweens and Global Intelligence (1770-1820)*, Sagamore Beach (MA), Science History Publications, p. 1-47.

Marsden Ben, 1992, « Engineering Science in Glasgow : Economy, Efficiency and Measurement as Prime Movers in the Differentiation of an Academic Discipline », *The British Journal for the History of Science*, vol. 25, p. 319-346.

Morris-Suzuki Tessa, 1992, « Sericulture and the Origins of Japanese Industrialization », *Technology and Culture*, vol. 33, p. 101-121.

– 1994, *The Technological Transformation of Japan : From Seventeenth to the Twenty-First Century*, Cambridge, Cambridge University Press.

– 1995, « The Great Translation : Traditional and Modern Science in Japan's Industrialization », *Historia Scientiarum*, nº 5, p. 103-116.

Murase Jin'ichi, 1987, *Kyō no mizu : Biwako Sosui ni seishun wo kaketa Tanabe Sakurō no shōgai* (L'eau de Kyoto : biographie de Tanabe Sakurō qui consacra sa vie au canal du lac Biwa), Tokyo, Hitoto Bunka Sha.

Nakayama Shigeru, 1993, *Kinsei Nihon no kagaku shisō* (Histoire intellectuelle du Japon de la première modernité), Tokyo, Kōdansha.

Notake Sanjin, 1926, *Toyo no namiura* (Les grandes vagues de Toyo), diffusion limitée.

Numata Jirō, 1989 et 1997, *Yōgaku* (Les savoirs occidentaux), Tokyo, Yoshikawa Kōbunkan.

Ogata Tomio *et al.*, 1975, *Nihon saikingaku gaishi : Sono mittsuno sokumen* (Histoire de la bactériologie au Japon : ses trois aspects), Osaka, Yamanaka Motoki.

Okamoto Takuji, 2011, « Genshikaku soryūshi butsurigaku to kyōsōteki kagakukan no kiū (Physique nucléaire et physique des particules élémentaires : bilan de la vision concurrentielle de la science) », *Shōwa zenki no kagaku shisōshi* (Histoire intellectuelle de la science au début de l'ère Shōwa), Tokyo, Keisō Shobō, p. 105-181.

Okumura Shōji, 1973, *Koban, kiito, watetsu* (L'ovale, les fils de soie, le fer japonais), Tokyo, Iwanami Shoten.

Pompe van Meerdervoort Johannes Lijdius Catharinus, 1968, *Nihon taizai kenbunki : Nihon ni okeru gonenkan* (Récit d'un séjour de cinq ans au Japon), trad. par Numata Jirō et Arase Susumu, Tokyo, Yushōdōshuppan.

Raj Kapil, 2007, *Relocating Modern Science : Circulation and the Construction of Knowledge in South Asia and Europe (1650-1900)*, Basingstoke, Palgrave Macmillan.

– 2013, « Beyond Postcolonialism… and Postpositivism : Circulation and the Global History of Science », *Isis*, vol. 104, p. 337-347.

Ravina Mark, 1993, « Wasan and the Physics That Wasn't : Mathematics in the Tokugawa Period », *Monumenta Nipponica*, nº 48, p. 429-445.

Rubinger Richard, 2007, *Popular Literacy in Early Modern Japan*, Honolulu, University of Hawaii Press.

Sabra Abdelhamid I., 1987, « The Appropriation and Subsequent Naturalization of Greek Science in Medieval Islam », *History of Science*, nº 25, p. 223-243.

SAITŌ Satoshi, 1988, *Shinkō kontsuerun RIKEN no kenkyū* (Études sur le RIKEN), Tokyo, Jichōsha.

SAKENOBU Jō, 1969, « Nihon hanabi shi, sono 3 (Histoire des feux d'artifice au Japon, 3e partie) », *Kōgyō kayaku kyōkai shi*, vol. 30, nº 1, p. 11-16.

SAMUELS Richard J., 1996, « *Rich Nation, Strong Army* » *: National Security and the Technological Transformation of Japan*, Ithaca (NY), Cornell University Press.

SATO Ken'ichi, 2005, *Kinsei Nihon sūgakushi : Seki Kōwa no jitsuzō o motomete* (Histoire des mathématiques dans le Japon de la première modernité : À la recherche du vrai profil de Seki Kōwa), Tokyo, University of Tokyo Press.

SCHAFFER Simon, ROBERTS Lissa, RAJ Kapil et DELBOURGO James (dir.), 2009, *The Brokered World : Go-Betweens and Global Intelligence (1770-1820)*, Sagamore Beach (MA), Science History Publications.

SIMMONS Duane B., 1880, *Cholera Epidemics in Japan*, Shanghai, The Statistical Department of the Inspectorate General of Customs.

TAKAHASHI Zenshichi, 1989, *Nihon denki tsūshin no chichi Terajima Munenori* (Terajima Munenori, père des télécommunications au Japon), Tokyo, Kokusho Kankōkai.

TATSUKAWA Shōji, 1969, *Karakuri* (Mécanisme), Tokyo, Hosei University Press.

TSUJI Tetsuo, 1973, *Nihon no kagaku shisō : Sono jiritsu e no mosaku* (Histoire intellectuelle des sciences au Japon : sa recherche d'autonomie), Tokyo, Chūō Kōron Sha.

UMIHARA Ryō, 2007, *Kinsei iryō no shakaishi : chiski, gijutsu, jōhō* (Histoire de la médecine moderne : savoir, technique et information), Tokyo, Yoshikawa Kōbunkan.

WADA Masanori, 2011, « Kōbu daigakkō sōsetsu saikō : Kōbushō niyoru kōgakuryō kōsō to sonojisshi (Revisiter la naissance du Collège impérial d'ingénierie : de sa conception par le ministère des Travaux publics à sa matérialisation) », *Kagakushi kenkyū*, vol. 50, p. 86-96.

WILSON Noell, 2010, « Tokugawa Defense Redux : Organizational Failure in the Phaeton Incident of 1808 », *The Journal of Japanese Studies*, vol. 36, nº 1, p. 1-32.

WISE M. Norton, 1994, « Pascual Jordan : Quantum Mechanics, Psychology, National Socialism », *in* Monika RENNEBERG et Mark WALKER (dir.), *Science, Technology and National Socialism*, Cambridge, Cambridge University Press, p. 224-254.

YAMAGUCHI Kazuo et Ōuchi Tsutomu, 1968, *Meiji shonen no bōeki tōkei* (Statistiques sur le commerce international pendant les premières années Meiji), Tokyo, University of Tokyo Press.

YAMAMOTO Shun'ichi, 1982, *Nihon korera shi* (Histoire du choléra au Japon), Tokyo, University of Tokyo Press.

QUATRIÈME PARTIE

LES SCIENCES ET LE GOUVERNEMENT DU MONDE

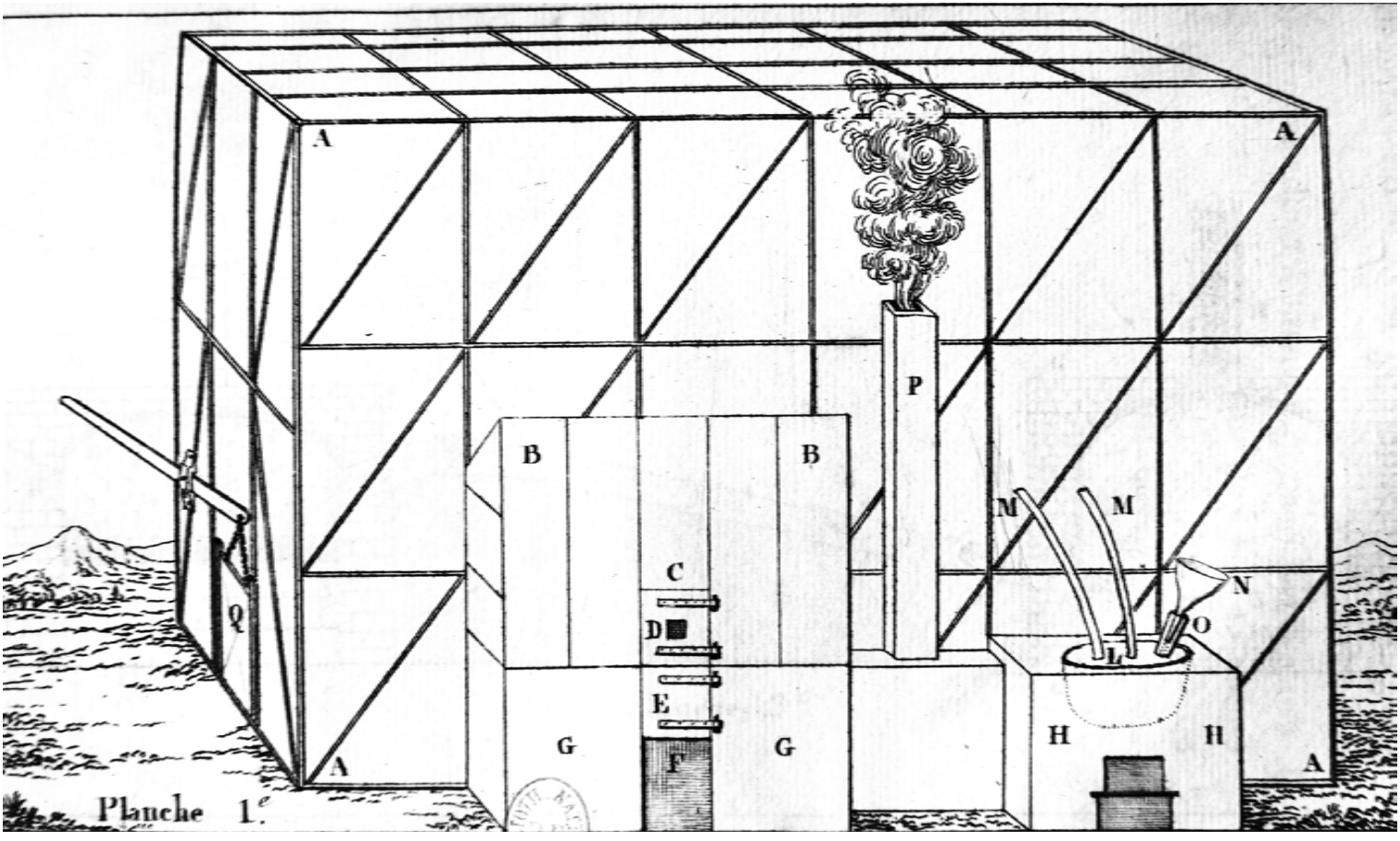


Planche 1.e

17 *Mundus œconomicus* : révolutionner l'industrie et refaire le monde après 1800

JEAN-BAPTISTE FRESSOZ

Les historiens ont montré que la philosophie utilitariste et libérale du XVIIIe siècle visait à reprogrammer l'humain en sujet calculateur, en *homo œconomicus*, contre les morales traditionnelles du don, du sacrifice ou de l'honneur[1]. Ce chapitre propose un éclairage complémentaire : l'*homo œconomicus* exigeait en retour un monde taillé à sa mesure, repensé, recomposé et redéfini afin qu'il puisse maximiser librement son utilité. Je montrerai comment, au début du XIXe siècle, sciences, techniques et économie politique ajustèrent les ontologies afin d'instaurer un *mundus œconomicus*[2].

Dans le premier quart du XIXe siècle, deux projets visant à clore l'ère des révolutions et à résoudre la question sociale coexistent et interagissent. Le premier est économique et industrialiste. Saint-Simon (1760-1825) l'expose avec clarté. Dans ses *Considérations sur les mesures à prendre pour terminer la révolution*, il explique aux royalistes français qu'ils doivent s'allier aux industriels afin « d'organiser un régime économique libéral, ayant pour objet direct et unique de procurer la plus grande source de bien-être possible[3] ». Le social ne pourra s'harmoniser que par l'abondance. Mais ce projet d'une société apaisée, laissant libre cours aux appétits de l'*homo œconomicus*, se heurtait aux limites étroites de l'économie organique du premier XIXe siècle. D'où le rôle fondamental de l'innovation technique. Le succès du pouvoir libéral dépendant de la prospérité matérielle, la technique devient une raison d'État.

1. Hirschman 1980, Laval 2007.
2. Fressoz 2012.
3. Saint-Simon 1820 (p. VI).

◀ Chambre de plomb (fin des années 1770) pour la fabrication de l'acide sulfurique en grande quantité. L'enjeu de multiples régulations des années 1800 et de l'hygiénisme du Conseil de salubrité de Paris est de protéger et d'encourager de tels investissements.

Le second projet est celui d'un exercice doux du pouvoir passant par la réforme de la langue et la formation d'idées justes, l'inculcation du vrai et l'éducation[1]. Ce projet est hérité de la philosophie des Lumières. Comme le dit fort bien d'Holbach (1723-1789), gouverner avec douceur consiste à « amener des esprits faibles à la raison qu'ils ignorent » et commander ainsi à « des sujets raisonnables, dociles et vraiment attachés[2] ». Vers 1800, ce projet est porté par le mouvement des Idéologues et la classe des sciences morales de l'Institut. Les sciences y jouent un rôle central. Dès 1793, Condorcet (1743-1794) insiste sur leur importance pour le gouvernement : « Lorsqu'une révolution se termine […] on a besoin *d'enchaîner les hommes à la raison* par la précision des idées et par la rigueur des preuves[3]. » Contre la langue commune ou la rhétorique des assemblées, le nombre, par sa précision, permet d'établir des compromis politiques plus subtils, et par son caractère démonstratif, des consensus plus larges. En Angleterre, le projet d'un gouvernement doux et indirect est incarné par Jeremy Bentham (1748-1832) : « Les lois d'un ordre supérieur, écrit-il, mènent les hommes par des fils de soie qui s'attachent à leurs inclinations et se les approprient pour toujours[4]. »

Ce chapitre montre comment, après 1800, les sciences et les techniques ont tissé les fils de soie de la société libérale, comment les savants ont pensé à la fois l'abondance matérielle et le gouvernement doux, comment, en somme, ils ont recomposé le monde pour les besoins de la « révolution industrielle ».

L'invention de la « révolution industrielle »

L'idée d'une « révolution industrielle » naît en France au sein de l'élite savante issue des guerres révolutionnaires. L'expression désigne la lutte qu'elle entend mener contre l'Angleterre : à un empire de marins et de marchands, la France doit opposer un empire d'industriels et de savants.

Phénomène normal au XVIII^e^ siècle, la guerre devient pendant la Révolution et l'Empire un affrontement général entre des peuples, leurs vitalités et leurs forces productives[5]. En France, la mobilisation des savants et des ingénieurs forge une idéologie techniciste de la guerre.

1. Rosenfeld 2001.
2. Holbach 1776 (p. XXII).
3. Condorcet 1793 (p. 109).
4. Bentham 2001 [1796].
5. Bell 2007, Knight 2013, Alder 1997, Bret 2002.

Vers 1800, le fait militaire est constamment à l'arrière-plan des discours sur les techniques. À propos de la vaccination antivariolique, un médecin français affirme qu'elle doit produire « une belle race d'hommes […] propre à faire respecter l'État au-dehors[1] ». Dès les années 1800, le vaccin est rendu obligatoire dans les armées française, britannique et prussienne[2]. La guerre confère un sens national au travail des savants-industriels.

> Bloquée de toutes parts – écrit le chimiste Jean-Antoine Chaptal –, la France s'est vue réduite à ses propres ressources […] le gouvernement fit un appel aux savants et en un instant le sol se couvrit d'ateliers ; des méthodes plus parfaites et plus expéditives remplacèrent partout les anciennes ; le salpêtre, la poudre, les fusils, les canons, les cuirs, etc., furent préparés ou fabriqués par des procédés nouveaux[3].

La chimie, de la poudre à la soude factice, symbolise le *fiat* technologique qui peut « tout faire éclore et tout faire sortir du chaos[4] ».

L'appel aux savants de l'an II est également fondateur d'un rapport nouveau entre science, industrie et État. La Révolution et l'Empire voient apparaître une oligarchie nouvelle de savants-administrateurs jouant un rôle clé dans le gouvernement, les hôpitaux, le mouvement philanthropique, l'armée, l'industrie, les grands corps, les infrastructures et dans diverses commissions médicales, techniques et économiques. La carrière de Chaptal (1756-1832) est emblématique de l'écheveau d'intérêts reliant le service de l'État, le monde savant et les profits industriels : médecin, chimiste, grand industriel, directeur de l'agence des poudres en 1794, membre de l'Académie des sciences, du Conseil des arts et manufactures, de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, conseiller d'État et surtout ministre de l'Intérieur sous le Consulat[5].

L'idée de révolution industrielle émerge en France dans ce milieu. L'expression elle-même apparaît, à notre connaissance[6], pour la première

1. Parfait 1804 (p. 67).
2. Baldwin 1999 (p. 235).
3. Chaptal 1819*a* (vol. 2, p. 37).
4. Darcet 1794 (p. 1).
5. Pigeire 1932. Bien d'autres personnalités incarnent ce complexe État-science-industrie entre 1790 et 1830 : Lazare Carnot, membre du Comité de salut public en 1793 ; Gaspard Monge, mathématicien et ministre de la Marine ; Pierre-Simon Laplace, ministre de l'Intérieur après le 18 Brumaire, mais encore Claude-Louis Berthollet, Chabrol de Volvic, Charles Guyton de Morveau, Louis-Jacques Thénard, Pierre-Simon Girard, Joseph Fourier, Jean-Pierre Darcet, Gaspard de Prony, Louis Cagniard-Latour, Gay-Lussac, Charles Dupin… Cf. Dhombres 1989, Fox 2012.
6. François Crouzet estime que la première occurrence de l'expression se trouve dans une lettre du diplomate Louis-Guillaume Otto du 6 juillet 1799. Cette date est généralement reprise par les historiens Cf. Landes 1999 (p. 129) et Horn 2006 (p. 51). Sur l'histoire ultérieure du terme, voir Vincent 2007.

fois en 1797 sous la plume de Jacques-Antoine Mourgue (1734-1818), un négociant montpelliérain, directeur de la Société royale des sciences de cette ville et appartenant à la clientèle de Chaptal (qui le nommera au Conseil général des hospices et qui recrutera son fils Scipion Mourgue, 1772-1860, comme secrétaire général du ministère de l'Intérieur)[1]. La révolution industrielle désigne chez Mourgue un projet économique précis visant à renverser l'assise fiscale du gouvernement britannique en sapant son emprise commerciale. La Grande-Bretagne est présentée comme une nation contre-nature, un pays hors-sol, dont la « dette publique monte à une somme plus forte que la vente totale de son fonds de terre[2] ». Or cette dette, selon Mourgue, est réglée par toutes les nations du monde s'approvisionnant aux sources de l'immense industrie anglaise. Pour rétablir la balance, la France doit « opérer cette *révolution industrielle* qui, en concourant avec les Anglais dans tous les marchés […], les privera d'autant de ressources pour l'allègement du fardeau de leurs impositions[3] ». La première exposition industrielle organisée en 1798 au Champ-de-Mars par le ministre de l'Intérieur François de Neufchâteau (1750-1828) repose également sur cette idée que « nos manufactures sont les arsenaux d'où doivent sortir les armes les plus funestes à la puissance britannique[4] ».

L'idée de révolution industrielle émerge ainsi dans un contexte de guerre, de domination navale britannique et de perte de l'empire colonial. Elle renvoie à un ensemble de succès technologiques liés au blocus et à l'autarcie (extraction du sucre de betterave, synthèse de la soude artificielle, procédé révolutionnaire de fabrication de la poudre). Elle repose sur une confiance exacerbée dans le *fiat* technologique laissant présager une transformation soudaine du système productif permettant de rattraper l'Angleterre presque instantanément.

Grâce au thème de la révolution industrielle, la technocratie héritée de l'Empire négocie bien le tournant de la Restauration. La domination économique britannique lui confère un rôle patriotique, son intérêt propre coïncidant avec celui de la nation. En 1819, Chaptal explique

1. La carrière de Jacques-Antoine Mourgue demeure mal connue. Né à Marsillargues, près de Montpellier, en 1734, dans une famille protestante, il émigre en Angleterre où il fait son apprentissage des affaires. Protégé du militaire et gouverneur de Cherbourg Dumouriez, il est nommé ministre de l'Intérieur par Louis XVI en succession de Roland, poste qu'il n'occupera que cinq jours. Pendant la Terreur, il se retire dans les Cévennes où il monte une entreprise d'extraction de salpêtre à destination de l'Agence révolutionnaire des poudres (dirigée par Chaptal). Après Thermidor, de retour à Paris, il se consacre à ses recherches et à des réflexions philanthropiques sur le crédit et s'associe à l'entreprise textile de son fils Scipion.
2. Mourgue 1797 (p. 10).
3. *Ibid.* (p. 11).
4. Neufchâteau 1798 (p. 228).

que la défaite face à l'Angleterre démontre « ce que peut l'industrie[1] ». Le discours du « retard français » qui apparaît à cette époque ancre l'innovation dans l'idéologie du pouvoir.

En outre, l'oligarchie industrielle offre aux royalistes la perspective de clore définitivement l'ère révolutionnaire. Selon Chabrol de Volvic (1773-1843), ingénieur des Ponts et Chaussées, ancien de l'expédition d'Égypte et préfet bâtisseur de la Seine reconduit par Louis XVIII, « la véritable politique consiste à rendre la vie commode et les peuples heureux ». Cet idéal sans grandeur de la première Restauration libérale, consentant à garantir « la liberté des modernes » théorisée par Benjamin Constant (1767-1830) comme « la sécurité dans les jouissances privées[2] », s'accordait bien au projet technologique d'apaisement social et politique. Dans les cénacles libéraux français, on relie la liberté des modernes aux nécessités d'une « révolution industrielle ». Le compte rendu d'un ouvrage de Constant publié dans *La Minerve française*, l'organe de la pensée libérale, appelle ainsi de ses vœux une « grande révolution industrielle […] une révolution de paix, de raison et de bonheur qui ne peut jamais coûter une larme à l'humanité[3] ». La révolution industrielle devient la thérapeutique de la Révolution française. Le thème prendra d'ailleurs toute son ampleur après la révolution de 1830 comme contrepoint de la « révolution sociale[4] ». La « révolution industrielle » constitue ainsi une idéologie centrale des pouvoirs postrévolutionnaires traversant les courants politiques et assurant *in fine* la suprématie de l'industrialisme, dans ses variantes autoritaires, libérales ou républicaines[5].

Garantir l'environnement du capital

Pour l'élite technocratique des années 1800, le premier obstacle à la révolution industrielle n'est autre que le fait politique lui-même : les rémanences de l'Ancien Régime d'une part (avec ses marchés segmentés, ses droits d'usage complexes, ses magistrats de police et ses cours judiciaires puissantes) et l'instabilité révolutionnaire de l'autre (avec ses revirements en matière de politique industrielle, douanière ou monétaire) perturbent les calculs d'investissement de l'entrepreneur.

1. Chaptal 1819*b* (p. 67).
2. Constant 2010 [1819].
3. Tissot 1818 (vol. 3, p. 441).
4. Dupin 1837 (p. 432).
5. Wallerstein 2011.

En 1798, dans un livre au titre modeste, *Essai sur le perfectionnement des arts chimiques*, Chaptal propose un programme dont il compare l'importance aux réflexions révolutionnaires sur l'organisation des pouvoirs[1]. Dans la société dont rêve Chaptal et qu'il s'emploiera à mettre en place au ministère de l'Intérieur, l'industrie est située au-dessus du politique. Sa protection est impérative : « Quelle que soit l'industrie manufacturière établie, le gouvernement lui doit protection : du moment qu'elle existe, il ne s'agit plus d'examiner s'il a été avantageux de l'introduire[2]. » Le but du politique est d'adapter l'ordre social aux nécessités du capitalisme industriel : il faut garantir sa propriété, garantir ses approvisionnements en matières premières et en main-d'œuvre, garantir une politique douanière et une législation stables[3]. Selon Chaptal, les règlements versatiles de l'Ancien Régime ont découragé les capitalistes. À propos des machines à vapeur, « nos entrepreneurs n'ont pas été assez courageux pour risquer les frais de ces établissements […] parce que le gouvernement ne leur a donné jusqu'ici aucune garantie contre les événements qui peuvent paralyser leurs efforts[4] ». Du fait de l'accroissement des capitaux nécessaires à l'industrie, l'entrepreneur acquiert une centralité nouvelle dans l'économie politique libérale. Selon Jean-Baptiste Say (1767-1832), l'entrepreneur est un être doté de qualités éminentes : il doit « savoir braver cette espèce d'incertitude qui enveloppe l'issue de toutes les entreprises humaines », posséder « une audace judicieuse », « un sang-froid imperturbable », « une qualité plus rare encore que le courage : la persévérance[5] ». L'omniprésence du thème des « encouragements » nécessaires à l'industrie (cf. la Société pour l'encouragement de l'industrie nationale fondée en 1801 par Chaptal) repose sur cette définition psychologique de l'entrepreneur. L'État doit multiplier ces individus si précieux en accompagnant leur prise de risque.

Les grandes réformes de l'époque concrétisent ce programme de protection et de stabilisation du capital industriel : livret ouvrier qui fixe la main-d'œuvre ; nouveau droit des brevets qui garantit la propriété des idées ; lois douanières qui créent un marché national relativement protégé et plus prévisible ; stabilité monétaire avec la création de la Banque de France ; affaiblissement de l'ordre judiciaire trop incertain et soumis au pouvoir des notables locaux ; recours massif à l'ordre administratif comme mode de régulation techno-économique. Comme le souhaitait

1. Chaptal 1798.
2. Chaptal 1819*a* (vol. 2, p. 418).
3. *Ibid.* (p. 443).
4. Chaptal 1798 (p. 51).
5. Say 1836 [1828] (p. 145).

Chaptal, le capital engagé dans la production industrielle est de plus en plus protégé des mouvements du politique.

Les sciences et les techniques sont activement mobilisées dans ce projet. Les mathématiques pratiques contribuent par exemple à fixer la propriété du sol, et donc le prélèvement de l'impôt, par l'établissement, à partir de 1807, du cadastre parcellaire de la France. « Opération immense », « véritable constitution de l'Empire » selon Napoléon (1769-1821), le cadastre parcellaire constitue sans doute l'une des applications les plus massives des mathématiques au début du XIX^e^ siècle[1]. Les géomètres, les instruments géodésiques et les centaines de milliers de plans coloriés doivent supprimer les contestations. L'exactitude est gage de paix sociale : « Il faut, selon Napoléon, que les plans soient assez exacts pour […] empêcher les procès. » Le but est de constituer la France comme un ensemble de propriétaires n'ayant plus à craindre l'arbitraire de l'administration fiscale, garantis dans leurs propriétés et pouvant donc en jouir paisiblement.

À la même époque, la géologie joue un rôle similaire pour le sous-sol. En France, le développement de la prospection géologique d'État est concomitant au régime de la concession perpétuelle établi par la loi d'avril 1810. L'État napoléonien sécurise le capitalisme minier par la loi, en même temps que ses ingénieurs reconnaissent le sous-sol. Le but est de rendre les richesses minérales plus facilement exploitables en redéfinissant la propriété suivant la conformation des filons[2]. Le sous-sol, appartenant à l'État, peut être considéré en masse, selon sa nature géologique, en faisant abstraction de la propriété du sol. Dès 1811, les ingénieurs des mines conduisent une vaste reconnaissance de la région de Saint-Étienne afin de délimiter les gisements et de préciser les contours des concessions futures[3].

Les sciences et les techniques fabriquent également l'environnement de l'*homo œconomicus* en contribuant à instaurer un nouvel espace marchand national plus transparent, plus homogène et plus concurrentiel. Selon les savants œuvrant au système métrique, les mesures nouvelles doivent transformer « le territoire de la République […] en un vaste marché[4] ». Leur but est d'extraire la métrologie des standards locaux contrôlés par les corps intermédiaires, faciliter la circulation des produits et des informations commerciales et instaurer une nation unifiée par le commerce et la concurrence. Les mesures révolutionnaires sont emblématiques d'un

1. Pommies 1808.
2. Girardin 1810 (p. 267).
3. Beaunier 1817.
4. Agence temporaire des poids et mesures 1796 (p. 4).

projet de réforme des esprits par la fabrication d'une langue nouvelle. Selon l'agence temporaire du mètre, « sans un langage bien fait il est presque impossible de raisonner juste ». Le mètre doit instaurer une langue de transaction claire rendant possible le calcul de l'*homo œconomicus* : une fois la variabilité des mesures éradiquée, le prix donnerait à voir la vraie valeur des choses[1].

L'analyse chimique et la nouvelle nomenclature, en dévoilant les constituants ultimes des produits, participent également au projet d'une transparence des échanges. Par exemple, avec les techniques de dosage élaborées dans les années 1800 par le chimiste rouennais Descroizilles (1751-1825), le marché des acides, des soudes et des potasses, fondamental pour l'industrie textile, ne dépend plus des savoirs artisanaux sur la qualité et l'origine des produits mais repose sur la mesure des concentrations et des forces au moyen d'instruments[2].

Externaliser la substance humaine

« La production mécanique dans une société commerciale, écrit Karl Polanyi, suppose tout bonnement la transformation de la substance naturelle et humaine de la société en marchandise[3]. » Au tournant des XVIII^e^ et XIX^e^ siècles, la substance humaine constitue l'un des obstacles principaux au projet de révolution industrielle. Aux prémices de la mécanisation, l'opposition est générale. Les bris de machines se multiplient et atteignent leur paroxysme dans le triangle textile de l'Angleterre en 1811-1812. En Normandie, en 1789, plus de la moitié des cahiers de doléances réclament la suppression des métiers mécaniques[4]. Ces luttes s'inscrivent dans une « économie morale » défendant les savoir-faire artisanaux, la qualité des produits et la réputation productive des localités, l'idée d'un prix juste et une forme d'équilibre économique, toutes choses que la mécanisation perturbe soudainement[5]. Ces valeurs étaient d'ailleurs généralement partagées par les petits maîtres et les élites locales qui considéraient les transformations trop rapides d'un mauvais œil.

Lorsqu'il lance l'expression « révolution industrielle », Mourgue a si bien conscience de ces résistances qu'il propose un programme précis pour les circonvenir. Il est indispensable selon lui de briser le « despotisme »

1. Alder 2005.
2. Fressoz 2012 (p. 155).
3. Polanyi 1983 [1944] (p. 70).
4. Jarrige 2009 (p. 23-51).
5. Thompson 2012 [1963], Randall 1991.

des artisans en introduisant les machines dans les régions sans tradition textile et en employant une main-d'œuvre moins coûteuse de femmes, de vieillards et d'enfants. Les ouvriers récalcitrants des principales places textiles de Normandie et de Champagne seraient alors contraints d'accepter les mécaniques ou bien de succomber sous la concurrence[1]. Ce projet ne reste pas lettre morte. Au ministère de l'Intérieur, son fils, Scipion Mourgue, sous l'égide de Chaptal, mène une politique active d'incitation à la mécanisation. Il se rend même à Sedan afin de réprimer les bris de machines et rassurer les entrepreneurs[2].

L'économie politique apparaît comme discipline autonome, distincte de l'éthique ou du droit, dans ce contexte. Dans les années 1820-1830, en Angleterre, alors que la misère et la conjoncture économique font douter du bien-fondé de l'industrialisation, des économistes vulgarisateurs comme Robert Torrens (1780-1864) et John Ramsay McCulloch (1789-1864) ou des savants comme Andrew Ure (1778-1857) et Charles Babbage (1792-1871) parent les machines de vertus providentielles : elles enrayent la baisse de la productivité et repoussent l'état stationnaire prédit par Ricardo ; elles augmentent le profit, stimulent l'investissement et créent de nouveaux métiers se substituant à ceux qu'elles détruisent ; elles promeuvent enfin le progrès moral des ouvriers en les affranchissant des tâches abrutissantes. L'économie politique devient le grand discours apologétique de la machine[3]. Elle accompagne plus généralement le désencastrement du travail par rapport aux normes, institutions et solidarités qui en régulaient l'exercice. En démontrant son optimalité, elle absout le marché libre des dérèglements sociaux. La vulgarisation religieuse diffuse une vision providentialiste de l'économie condamnant toute intervention (limiter le prix du pain, aider financièrement les pauvres, etc.) comme contraire à l'ordre naturel voulu par Dieu. Le marché est pensé comme une vaste arène où Dieu parle directement à tous, un lieu de rétribution morale, de pénitence et de gratification, « un grand projet pour la rédemption des hommes » selon le Premier ministre tory Robert Peel (1788-1850)[4]. En 1826, dans un contexte prérévolutionnaire, le théologien et économiste Thomas Chalmers (1780-1847) recommande l'économie politique comme « un sédatif pour toutes sortes d'agitations et de désordres[5] ». En France, ce projet anxiolytique est repris par une

1. Mourgue 1797 (p. 16-18).
2. Moulier 2004 (chap. 17).
3. Il faut distinguer cette vulgarisation économique des positions plus ambiguës de Ricardo qui insiste sur le bien-fondé des plaintes des artisans mis au chômage par les machines. Cf. Berg 1980 (p. 43-111).
4. Hilton 1997.
5. Cité par Berg 1980 (p. 163).

pléiade d'économistes et de vulgarisateurs. Le plus important d'entre eux, Jean-Baptiste Say, enrichit les théories anglaises d'un élément essentiel : la loi des débouchés. Contrairement au monde productif d'Ancien Régime, préoccupé au premier chef par la surproduction et les effets de la concurrence sur la qualité des produits[1], la loi des débouchés, en négligeant le rôle de la monnaie et de l'épargne, explique que la production crée par elle-même son propre débouché. Elle annule ainsi un des motifs essentiels de la régulation corporative et justifie un industrialisme débridé.

Externaliser la substance naturelle

Au XVIII^e siècle, l'air, l'eau et plus généralement les *circumfusa* (les « choses environnantes ») étudiés par la médecine néo-hippocratique étaient considérés comme les déterminants essentiels de la santé des populations. La police d'Ancien Régime portait donc une attention scrupuleuse à l'endroit des nuisances artisanales : elle statuait sur les plaintes, accordait des autorisations aux ateliers incommodes et prononçait des interdictions. Elle produisait ainsi, de manière jurisprudentielle, un *zoning* des activités artisanales[2].

L'ordre environnemental postrévolutionnaire part d'une critique de la régulation policière. Dans un rapport de 1804 à l'Académie des sciences, Louis Guyton de Morveau (1737-1816) et Chaptal expliquent que les capitalistes (et ils parlent en connaissance de cause) refuseront d'investir dans les nouveaux dispositifs techniques de la révolution industrielle « tant que le sort des fabriques ne sera pas assuré […] *tant qu'un simple magistrat de police* tiendra dans ses mains la fortune ou la ruine du manufacturier ». Les exigences du capital ne tolèrent plus les incertitudes de la police. Suivant cette logique, le décret du 15 octobre 1810 sur les établissements classés extrait l'industrie de l'emprise policière. Les entrepreneurs ne sont plus soumis à une régulation en temps réel, à une surveillance continue et au risque de voir leurs droits d'exercice retirés pour cause de nuisance ou de danger. L'administration soumet les usines à des procédures d'autorisation rigoureuses (enquête de « commodité et incommodité » auprès des voisins et rapport d'expert) et garantit en échange leur pérennité, quelles que soient les plaintes ultérieures. Les

1. Les statuts des corporations stipulaient souvent des quotas de production à ne pas dépasser afin d'éviter une concurrence excessive, de maintenir la qualité des produits ainsi que la réputation des artisans de la ville. Ainsi, les chapeliers marseillais ou parisiens ne pouvaient produire plus de trois chapeaux par jour ; cf. Sonenscher 1987.
2. Pour ce paragraphe, voir Le Roux 2011, Fressoz 2012 (p. 149-337).

voisins, ne pouvant espérer la suppression de l'usine, n'ont d'autre recours que les tribunaux civils pour obtenir le versement d'indemnités.

Administration et justice civile constituent les deux faces d'un même régime libéral de régulation environnementale : la justice civile, en faisant payer le prix de la pollution, est censée produire les incitations financières conduisant l'entrepreneur à réduire ses émissions. De bien commun déterminant la santé et soumis à la police d'Ancien Régime, l'environnement devient l'objet de transactions financières. Tout au long du XIX^e^ siècle, ce furent les indemnités, accordées de gré à gré ou arbitrées par les tribunaux, qui permirent d'éviter que les conflits environnementaux ne s'enveniment. Ce régime indemnitaire prévalait également pour les dommages causés par l'exploitation minière (la loi du 22 avril 1810 imposant aux concessionnaires d'acheter au double de leur prix les champs qu'ils dégradent) et, dans une certaine mesure, pour les atteintes aux corps des ouvriers : la salubrité et la sécurité étaient censées être rentables pour l'entrepreneur car, selon la théorie smithienne du salaire compensateur, les ouvriers qui couraient des risques réclamaient des salaires plus élevés.

Pour pouvoir établir un régime libéral de compensation des dommages, encore fallait-il contourner la médecine environnementale du XVIII^e^ siècle. L'hygiénisme eut le rôle historique d'accommoder l'industrialisation et son cortège inouï de pollutions dans le cadre d'une médecine qui reste globalement néo-hippocratique. Cette spécialité naît au sein du Conseil de salubrité de Paris, un petit groupe d'experts chargés d'autoriser les établissements industriels. Contre les citadins qui réclament la suppression d'usines en invoquant les « choses environnantes », les hygiénistes entreprennent de prouver par des méthodes très novatrices (expérimentation d'environnements artificiels, statistiques sur les risques professionnels et enquêtes ouvrières) que les usines pouvaient être incommodes sans être pour autant insalubres. Afin de déconnecter les lieux et les santés, ils comparent les risques entre différents quartiers ou entre différentes professions. Par exemple, en étudiant les taux de mortalité, l'hygiéniste Alexandre Parent-Duchâtelet (1790-1836) démontre que les environnements puants de Montfaucon ou de la Bièvre ne sont pas particulièrement insalubres. La description des lieux (topographie médicale) cède la place à la description statistique de la santé des populations qui les habitent.

L'hygiène sociale de Louis-René Villermé (1782-1863), également membre du Conseil de salubrité de Paris, et qui fait des conditions de vie et de richesse une cause (non pas la seule, mais la plus importante) des différences de mortalité, naît dans ce programme hygiéniste et industrialiste. Son article fondateur de 1830 qui corrèle la mortalité des quartiers de Paris non pas à l'environnement (étroitesse des rues, proximité de la

Seine, présence d'ateliers, etc.) mais aux revenus des habitants s'inscrit directement dans le programme de la génération fondatrice du Conseil de salubrité de désimputation, par la statistique, de l'environnement comme cause pathologique. L'industrialisation qui est alors contestée dans ses principes mêmes à travers les plaintes environnementales bourgeoises devient une transformation historique acceptable au prix de quelques amendements : moralisation des ouvriers, augmentation des salaires au niveau des « besoins réels », abolition du travail des enfants et caisses de prévoyance. L'hygiénisme définit les conditions sociales minimales permettant de maintenir la force humaine de travail nécessaire à l'industrie.

Le passage de la topographie médicale à l'enquête hygiénique, c'est-à-dire le basculement des étiologies de l'environnement vers le social, permet de lier industrie et progrès sanitaire. Contre les bourgeoisies urbaines offusquées par les nuisances de l'industrialisation, les hygiénistes administrent la preuve non seulement que l'usine, malgré ses incommodités, n'est pas insalubre mais qu'elle pourrait faire advenir une société prospère et donc une population en meilleure santé. L'administration, qui avait le dernier mot en matière d'autorisation des établissements classés, dispose dorénavant de théories médicales permettant de rejeter l'invocation des choses environnantes par les voisins. Lorsque, au milieu du XIX^e siècle, un dictionnaire définit « fabrique » par « voisinage dangereux », il s'agit du *Dictionnaire des idées reçues* de Gustave Flaubert (1821-1880). Grâce à l'hygiénisme, le libéralisme conquiert les choses environnantes.

À la même époque en Angleterre, la doctrine anticontagioniste, qui formait la base théorique du mouvement hygiéniste (*sanitarians*), défendait l'idée selon laquelle les maladies étaient causées non par des germes transmissibles mais par la saleté et par les miasmes qui s'en dégageaient. Le débat entre contagionisme et anticontagionisme opposait deux visions de l'économie et du rôle de l'État : le premier impliquait de maintenir le système des quarantaines qu'industriels et négociants souhaitaient voir abroger au nom du libre-échange. L'anticontagionisme dédouanait la globalisation commerciale et l'impérialisme de la résurgence de grandes épidémies (le choléra venu d'Inde) dans la première moitié du XIX^e siècle[1].

Cette doctrine justifiait également la libéralisation du marché du travail. Dans les années 1830-1840, Edwin Chadwick (1800-1890), grande figure de l'hygiénisme anglais, entreprend de démontrer que la surmortalité dans les quartiers industriels n'était pas due à la pauvreté ou à la faim,

1. Ackerknecht 1948.

mais à la saleté. La crasse causait la maladie qui causait la pauvreté – et non l'inverse. Le sens causal définissait une politique : dans le sillage de la réforme des *Poor Laws* de 1834 abolissant l'aide paroissiale, l'enjeu était d'exonérer le marché libre du travail des conséquences biologiques désastreuses de la pauvreté. Grâce à la doctrine hygiéniste de Chadwick, la construction des égouts et la réforme des conduites individuelles prenaient le pas sur la réforme sociale[1].

Produire des responsables

La norme technique de sécurité s'invente en France dans les années 1820 dans un contexte similaire de conflits autour des technologies de la révolution industrielle dont il s'agit de légitimer la présence en ville. La norme de sécurité représente un geste politique neuf et radical : le pouvoir reconnaît à la science la capacité de sécuriser les mondes productifs par la définition rationnelle et *a priori* des formes techniques[2]. Au XVIII^e^ siècle, le processus de sécurisation (des bâtiments, des voitures, etc.) piloté par la police ou par les corporations était en tout cas fondé sur l'expérience des communautés de métier. La normalisation s'élaborait de manière jurisprudentielle, après les accidents ou en sanctionnant les malfaçons. Les règlements formulaient ce qu'il ne fallait pas faire, ils se fondaient sur le constat des mauvaises pratiques plutôt que sur une théorie du devoir être[3]. Le changement des années 1820 est considérable : le risque relève dorénavant de l'ordre savant.

La norme technique de sécurité s'inscrit dans deux projets politiques différents. Premièrement, en contrôlant le risque industriel de façon administrative et savante, le gouvernement cherche d'abord à le légaliser et à l'imposer à une bourgeoisie citadine inquiète et prompte à se mobiliser contre les industriels. En cela, la norme se place dans la lignée du décret de 1810 sur les établissements classés. Elle en est un complément et une adaptation. Le problème qui se pose en 1820 est de parvenir à établir en ville le gaz d'éclairage et des machines à vapeur à haute pression, c'est-à-dire des technologies manifestement dangereuses. De même que l'autorisation administrative prévue par le décret de 1810 garantissait aux entrepreneurs leur droit d'exercice quelles que soient les plaintes ultérieures, les normes de sécurité leur assurent de ne pas voir les règles productives

1. Hamlin 1998.
2. Pour ce paragraphe, voir Fressoz 2012 (p. 237-284).
3. Carvais 2001.

changées au fur et à mesure des accidents. L'uniformité de la norme sur le territoire national garantit en outre une concurrence non faussée.

Deuxièmement, en produisant des objets apparemment sûrs, ne pouvant, de leur propre mouvement, provoquer d'accident, la norme visait à produire des sujets responsables. Le Code civil de 1804 répondait à un projet de moindre gouvernement : le législateur entendait constituer la société comme un ensemble d'individus dont les interactions judiciaires harmoniseraient les comportements. Dans ce cadre, l'accident était conçu comme une affaire privée mettant en cause un responsable et une victime. Il était objet de droit en tant que faute et devait être combattu comme telle, en imposant la réparation. La responsabilité quasi délictuelle définie par l'article 1382 du Code civil conditionnait donc le dédommagement à l'existence d'une faute. Mais, pour que ce système autorégulé fonctionne, encore fallait-il pouvoir identifier des fautes, c'est-à-dire attribuer des causes humaines aux accidents. Il fallait donc pouvoir distinguer avec clarté deux ordres ontologiques : celui des personnes sujettes à imputation et celui des choses passives.

Or les techniques de la révolution industrielle brouillent l'imputation des responsabilités : après les accidents technologiques (explosions de machines et de bateaux à vapeur, de gaz, déraillements de train), juges et ingénieurs se retrouvent face à des ensembles causaux aux contours flous, mêlant indistinctement des erreurs, des inattentions, des ignorances, des dysfonctionnements techniques imprévisibles, des processus d'usure, des fragilités matérielles, des conditions d'usage et de maintenance, etc. La cause se disséminait dans un réseau continu de personnes et de choses rendant impossibles l'imputation et la compensation. Cette symétrie entre humains et non-humains, que la sociologie des sciences contemporaine considère comme un résultat, constituait pour le législateur un point de départ et un problème. Car placer sur un même plan d'imputabilité les choses et les personnes ne résolvait aucune question pratique de justice, et accepter une violence issue des choses elles-mêmes privait la société d'un puissant moyen d'autodiscipline des individus : la peur continuelle de la faute et de sa sanction.

C'est dans ce contexte que la norme technique joua un rôle juridique crucial. En 1823, le gouvernement français impose aux chaudières à vapeur des caractéristiques définies par l'Académie des sciences : une seconde soupape de sécurité doit être « disposée de manière à rester hors d'atteinte de l'ouvrier » et une « rondelle autofusible » doit empêcher les températures excessives. Dans les deux cas, le but est de restreindre la liberté de l'ouvrier que l'on suppose être à l'origine des accidents. L'épaisseur des tôles, le point de fusion des rondelles autofusibles et le diamètre des

soupapes sont calculables à partir de la pression d'usage et du diamètre. Des équations mathématiques définissent pour la première fois la forme légale d'un objet technique.

Que se passe-t-il alors quand une chaudière explose ? Les ingénieurs des Mines dépêchés sur les lieux de l'accident s'intéressent autant aux vices de la machine qu'à ceux de l'ouvrier. On découvre de manière opportune que celui-ci, au moment de l'accident, était ivre, s'était endormi, ou même menait une vie dissolue. Une instruction de 1824 explique que le chauffeur doit être « non seulement attentif, actif, propre et sobre, mais encore exempt de tout défaut qui pourrait nuire à la régularité du service ». À propos des surcharges de soupape, l'instruction prévient « qu'elles sont extrêmement dangereuses […] il faut que les ouvriers sachent bien que l'un des principaux effets d'une explosion serait d'épancher une immense quantité de vapeur brûlante qui leur causerait une mort cruelle ». Le danger encouru par l'ouvrier favorise la discipline et augmente donc la sécurité. Une machine à vapeur parfaitement prévisible est aussi, le cas échéant, une bonne machine à punir.

En produisant des objets apparemment parfaits et parfaitement prévisibles, la norme permettait d'orienter les imputations de manière systématique vers les humains et de maintenir, dans une société technologique, le simulacre d'un homme responsable. La norme technique constituait ainsi l'infrastructure matérielle du libéralisme juridique.

Le monde infini du capitalisme fossile

Vers 1800, la révolution industrielle se heurtait enfin à un obstacle massif : la planète, et ses limites[1]. La France, comme le reste de l'Europe, vit dans une économie organique où le développement des manufactures est contraint par la ressource énergétique et donc par la quantité de bois disponible. Il fallait par exemple quatre hectares de forêt pour produire une tonne de fer, deux hectares de prairie pour nourrir un cheval, etc. Tout développement d'une production affectait négativement la capacité d'autres secteurs à croître. L'essor des forges et des verreries, consommatrices de bois, entrait en conflit avec les besoins du chauffage et de la cuisine. Depuis la fin du XVIII^e^ siècle, la France connaît une grave crise forestière : le prix du bois double entre 1770 et 1790[2]. L'École des mines de Paris est fondée durant le rigoureux hiver 1783 alors que le prix du

1. Pour ce paragraphe, voir Bonneuil et Fressoz 2016.
2. Buridant 2008.

bois de chauffe atteint des records dans la capitale et que le mécontentement gronde. En 1788, l'intendant de Bretagne prédit que « dans vingt ans tous les établissements [manufacturiers] actuels tomberont faute de bois pour les alimenter ». Du devenir des forêts semblent dépendre la survie du peuple, le maintien des manufactures et le rang des nations.

Malgré le développement de l'énergie hydraulique et musculaire, le principal facteur soulageant la contrainte énergétique fut en fin de compte l'exploitation du charbon minéral. Mais le charbon n'est pas non plus sans susciter de vives inquiétudes. On redoute son épuisement rapide. En 1792, un rapport du Comité de l'agriculture, du commerce et de la marine explique à l'Assemblée nationale qu'il faut veiller à la conservation des forêts car les mines de charbon « ne sont pas aussi communes qu'on le pense. On s'aperçoit que celles d'Auvergne s'épuisent, les recherches qui se sont démultipliées dans les environs de la capitale n'ont pas été heureuses[1] ». À ses débuts, le charbon ne paraît être qu'une solution temporaire. En Grande-Bretagne, le géologue John Williams exprime des craintes similaires à la même époque : la multiplication des machines à vapeur pour pomper l'eau des mines signale des difficultés croissantes d'exploitation et présage d'un épuisement rapide du charbon[2].

L'essor de la géologie joua sur ce point un rôle anxiolytique majeur. Dans les années 1800, William Smith (1769-1839), un géomètre anglais officiant au creusement de mines et de canaux, utilise les fossiles comme marqueurs des strates géologiques et démontre que l'étude de leur succession permet de prédire la présence de charbon dans un sous-sol donné. En signalant les gisements probables, en guidant les forages et en évitant des travaux inutiles, les géologues rendent l'investissement dans le secteur minier moins risqué et plus lucratif. Les cartes géologiques (dont Smith est le précurseur) encouragent les propriétaires de domaines situés dans des zones favorables à entreprendre des sondages, accroissant d'autant les réserves prouvées[3]. D'une manière générale, la géologie construit l'image d'un sous-sol organisé selon de vastes couches minérales cachées mais continues[4]. En passant de la vision ponctuelle des exploitants des mines à une vision plus large et continue du sous-sol, elle fonde les concepts rassurants de « découverte potentielle » ou de « réserves probables » et autorise ainsi des estimations beaucoup plus optimistes que celles des praticiens.

De manière plus fondamentale, la géologie, à travers l'essor du gradualisme, transforme la vision de la Terre, de son âge et des ressources qu'elle

1. Vidal et Laurent 1892 (vol. 39, p. 292).
2. Albritton Jonsson 2014.
3. Torrens 2002.
4. Rudwick 2005 (p. 431-445).

offre à l'industrie. L'idée que la Terre est très ancienne et que sa morphologie est façonnée par des causes actuelles agissant sur la très longue durée (et non par des événements catastrophiques) s'ancre dans la culture européenne en même temps que le charbon devient la principale source d'énergie[1]. Il fallait en effet donner à la Terre une ancienneté suffisante pour laisser aux reliques des végétations anciennes le temps de s'accumuler en couches épaisses, pourvoyant pour des siècles aux besoins industriels.

Le basculement d'une énergie organique de surface vers une énergie fossile souterraine favorise une confiance dans une nature-stock infiniment ancienne et donc immensément riche. Depuis la nuit des temps, nous dit Sadi Carnot (1796-1832), la nature avait préparé « l'immense réservoir[2] » sur lequel pouvait dorénavant prospérer l'industrie. Jean-Baptiste Say renchérit :

> Heureusement que la nature a mis en réserve, longtemps avant la formation de l'homme, d'immenses provisions de combustibles dans les mines de houille, comme si elle avait prévu que l'homme, une fois en possession de son domaine, détruirait plus de matières à brûler, qu'elle n'en pourrait reproduire[3].

Le géologue et théologien William Buckland (1784-1856) voit la main providentielle de Dieu dans la profondeur des couches de charbon anglais : « Aussi anciennes que soient les époques durant lesquelles ces matières […] furent accumulées, on peut assurément penser que l'utilité future de l'homme faisait partie de leurs fins[4]. » Grâce à son immense ancienneté, la Terre, malgré la finitude manifeste de sa surface, devient un réservoir pratiquement infini de ressources. En quelques décennies, la géologie avait transformé la « science lugubre » de Malthus en un plaidoyer rassurant pour une croissance sans fin.

Mundus œconomicus

Les savoirs ne sont capables de transformer le monde qu'à la mesure de leur enrôlement dans des projets politiques déjà constitués. La science qui instaure le *mundus œconomicus* et qui permet un exercice libéral du pouvoir est instituée dans cette fonction de manière autoritaire.

1. Selon James Hutton, le fait que l'on trouve du charbon sous des qualités différentes correspondant aux étapes intermédiaires de sa formation conforte la thèse gradualiste en indiquant que le processus est toujours en cours. Cf. Hutton 1788 (p. 33).
2. Carnot 1824 (p. 1).
3. Say 1836 [1828] (p. 127).
4. Buckland 1837 (vol. 1, p. 403).

Après 1800, compte tenu de l'importance qu'acquiert la technique pour l'État, les formes dialogiques de production d'expertise (l'assemblée de la Faculté de médecine ou les consultations des corps de métiers) sont remplacées par des institutions savantes et administratives. Les corps de métiers ne sont plus des sources d'expertise mais doivent surtout être réformés sous l'égide des institutions savantes. La création de comités technologiques (comité de vaccine, conseils de salubrité, ou comité des machines à vapeur) change profondément les relations entre gouvernement, savoirs et public. La technique a acquis une trop grande importance pour que l'énoncé de ses compétences reste discutable. La douceur technologique du pouvoir a pour corrélat son investissement dans le domaine de la raison, de la preuve, de la vérité.

Dans le *mundus œconomicus*, le social et sa régulation sont également envisagés de manière profondément différente : non pas comme un ensemble de corps aux intérêts et aux savoirs variés, mais comme une somme d'individus dont il faut réguler les affrontements. La loi fabrique le bon cadre des conflits (en les individualisant et en fixant leurs modalités judiciaires) et la science établit l'ordre cognitif dans lequel ils prennent place. Par exemple, en redéfinissant l'altération des *circumfusa* comme une simple incommodité, l'administration hygiéniste laisse aux individus en conflit la tâche d'arbitrer des désaccords mineurs quant aux nuisances olfactives des usines. Les vraies oppositions ont été résorbées en amont par la redéfinition savante des liens entre environnement et santé. De la même manière, parce que la chaudière qui explose est normalisée et perfectionnée par une administration savante, il doit forcément exister un responsable contre qui se retourner pour obtenir une indemnité. L'hygiénisme ou la norme de sécurité permettent ainsi d'établir un cadre individualiste et libéral de régulation des conflits suscités par la modernité. Selon Saint-Simon, le pouvoir postrévolutionnaire devait opérer une mue : passer d'un « gouvernement des hommes » à une « administration des choses ». En le paraphrasant, on pourrait dire que la maxime du *mundus œconomicus* était précisément de gouverner les hommes par l'administration des choses.

Références bibliographiques

Ackerknecht Erwin, 1948, « Anticontagionism between 1821 and 1867 », *Bulletin of the History of Medicine*, vol. 22, p. 562-593.

Agence temporaire des poids et mesures, 1796, *Notions élémentaires sur les nouvelles mesures*, Paris, Imprimerie de la République.

Albritton Jonsson Fredrik, 2014, « The Origins of Cornucopianism », *Critical Historical Studies*, vol. 1, nº 1, p. 151-168.

Alder Ken, 1997, *Engineering the Revolution : Arms and Enlightenment in France (1763-1815)*, Princeton, Princeton University Press.
– 2005, *La Mesure de toutes choses*, Paris, Flammarion.
Baldwin Peter, 1999, *Contagion and the State*, Cambridge, Cambridge University Press.
Beaunier, 1817, *Mémoire sur la topographie extérieure et souterraine du territoire houiller de Saint-Étienne*, Paris, M^me^ Huzard.
Bell David A., 2007, *The First Total War : Napoléon's Europe and the Birth of Warfare as We Know It*, Boston (MA), Houghton Mifflin.
Bentham Jeremy, 2001 [1796], « Essays on the Subject of the Poor Laws », in *Writings on the Poor Laws*, éd. par Michael Quinn, Oxford, Clarendon Press.
Berg Maxine, 1980, *The Machinery Question and the Making of Political Economy (1815-1848)*, Cambridge, Cambridge University Press.
Bonneuil Christophe et Fressoz Jean-Baptiste, 2016, *Shock of the Anthropocene*, Londres, Verso.
Bret Patrice, 2002, *L'État, l'armée, la science. L'invention de la recherche publique en France (1763-1830)*, Rennes, Presses universitaires de Rennes.
Buckland William, 1837, *Geology and Mineralogy Considered with Reference to Natural Theology*, Philadelphie (PA), Carey.
Buridant Jérôme, 2008, *Le Premier Choc énergétique. La crise forestière dans le nord du Bassin parisien (début XVIII^e^-début XIX^e^ siècle)*, thèse HDR université Paris 4.
Carnot Sadi, 1824, *Réflexions sur la puissance motrice du feu*, Paris, Bachelier.
Carvais Robert, 2001, *La Chambre royale des Bâtiments. Juridiction professionnelle et droit de la construction à Paris sous l'Ancien Régime*, thèse de droit, université Paris 2.
Chaptal Jean-Antoine, 1798, *Essai sur le perfectionnement des arts chimiques*, Paris, Crapelet.
– 1819*a*, *De l'industrie française*, Paris, Renouard, 2 vol.
– 1819*b*, *Quelques réflexions sur l'industrie en général, à l'occasion de l'exposition des produits de l'industrie française en 1819*, Paris, Corréard.
Condorcet Nicolas, 1793, « Tableau général de la science qui a pour objet l'application du calcul aux sciences politiques et morales », *Journal d'instruction sociale*, vol. 1, n° 4.
Constant Benjamin, 2010 [1819], *De la liberté des anciens comparée à celle des modernes*, Paris, Mille et une nuits.
Darcet Jean-Pierre-Joseph, 1794, *Rapport sur les divers moyens d'extraire avec avantage le sel de soude du sel marin*, Paris, Imprimerie du Comité de salut public.
Dhombres Nicole et Jean, 1989, *La Naissance d'un pouvoir. Sciences et savants en France (1793-1824)*, Paris, Payot.
Dupin Charles, 1837, « Analyse du rapport du jury central sur l'exposition des produits de l'industrie française en 1832 », *Comptes rendus hebdomadaires de l'Académie des sciences*, Paris, Bachelier.
Fox Robert, 2012, *The Savant and the State : Science and Cultural Politics in Nineteenth-Century France*, Baltimore (MD), Johns Hopkins University Press.
Fressoz Jean-Baptiste, 2012, *L'Apocalypse joyeuse. Une histoire du risque technologique*, Paris, Seuil.
Girardin comte Stanislas de, 1810, « Rapport fait au Corps législatif sur le projet de loi relatif aux mines », *Journal des mines*, vol. 27.
Hamlin Christopher, 1998, *Public Health and Social Justice in the Age of Chadwick (1800-1854)*, Cambridge, Cambridge University Press.
Hilton Boyd, 1997, *The Age of Atonement : The Influence of Evangelicalism on Social and Economic Thought (1785-1865)*, Oxford, Oxford University Press.

Hirschman Albert O., 1980, *Les Passions et les intérêts*, Paris, PUF.
Holbach Paul Henri Thiry d', 1776, *Éthocratie ou le Gouvernement fondé sur la morale*, Amsterdam, Rey.
Horn Jeff, 2006, *The Path Not Taken : French Industrialization in the Age of Revolution (1750-1830)*, Cambridge (MA), MIT Press.
Hutton James, 1788, *Theory of the Earth from the* « *Transactions of the Royal Society of Edinburgh* ».
Jarrige François, 2009, *Au temps des tueuses de bras. Les bris de machines à l'aube de l'ère industrielle*, Rennes, Presses universitaires de Rennes.
Knight Roger, 2013, *Britain against Napoléon : The Organization of Victory (1793-1815)*, Londres, Allen Lane.
Landes David, 1999, « The Fable of the Dead Horse », *in* Joel Mokyr (dir.), *The British Industrial Revolution : An Economic Perspective*, Boulder (CO), Westview Press.
Laval Christian, 2007, *L'Homme économique. Essai sur les racines du néolibéralisme*, Paris, Gallimard.
Le Roux Thomas, 2011, *Le laboratoire des pollutions industrielles, Paris (1770-1830)*, Paris, Albin Michel.
Moulier Igor, 2004, *Le Ministère de l'Intérieur sous le Consulat et le Premier Empire (1799-1814)*, thèse de doctorat d'histoire, Lille 3.
Mourgue Jacques-Antoine, 1797, *De la France relativement à l'Angleterre et à la maison d'Autriche*, Paris, Dessenne.
Neufchâteau François de, 1798, « Circulaire du 24 vendémiaire an VII », *Recueil des lettres circulaires*, Paris, Imprimerie de la République.
Parfait J., 1804, *Réflexions historiques et critiques sur les dangers de la variole naturelle, sur les différentes méthodes de traitement, sur les avantages de l'inoculation et les succès de la vaccine pour l'extinction de la variole*, Paris, Imprimerie des hospices civils.
Pigeire Jean, 1932, *La Vie et l'œuvre de Chaptal*, Paris, Donnat-Montchrestien.
Polanyi Karl, 1983 [1944], *La Grande Transformation*, Paris, Gallimard.
Pommies Michel, 1808, *Manuel de l'ingénieur du cadastre*, Paris, Imprimerie impériale.
Randall Adrian, 1991, *Before the Luddites : Custom, Community and Machinery in the English Woollen Industry (1776-1809)*, Cambridge, Cambridge University Press.
Rosenfeld Sophia, 2001, *A Revolution in Language : The Problem of Signs in Late Eighteenth Century France*, Stanford, Stanford University Press.
Rudwick Martin, 2005, *Bursting the Limits of Time*, Chicago (IL), University of Chicago Press.
Saint-Simon Claude-Henri de, 1820, *Considérations sur les mesures à prendre pour terminer la révolution*, Paris, Chez les marchands de nouveautés.
Say Jean-Baptiste, 1836 [1828], *Cours complet d'économie politique pratique*, Bruxelles, Dumont.
Sonenscher Michael, 1987, *The Hatters of Eighteenth-Century France*, Berkeley (CA), University of California Press.
Thompson Edward P., 2012 [1963], *La Formation de la classe ouvrière anglaise*, Paris, Seuil.
Tissot Pierre-François, 1818, « Des élections de 1818 par Benjamin Constant », *La Minerve française*, vol. 3, p. 441.
Torrens Hugh, 2002, *The Practice of British Geology (1750-1850)*, Aldershot, Ashgate.
Vidal M.J. et Laurent M.E., 1892, *Archives parlementaires de 1787 à 1860*, Paris, Paul Dupont.

VINCENT Julien, 2007, « Cycle ou catastrophe ? L'invention de "la révolution industrielle" en Grande-Bretagne, 1884-1914 », *in* Jean-Philippe GENET et François-Joseph RUGGIU, *Les idées passent-elles la Manche* ?, Paris, Presses universitaires Paris-Sorbonne.
WALLERSTEIN Immanuel, 2011, *The Modern-World System*, t. 4 : *Centrist Liberalism Triumphant (1789-1914)*, Berkeley (CA), University of California Press.

Comparison of the System of Relationship of the Seneca-Iroquois with that of the Tamil People of South America.

	Description of persons.	Relationships in Seneca. (Morgan.)	Translation.	Relationships in Tamil. (Scudder.)	Translation.
1.	My great grandfather's father	Hoc′-sote	My grandfather.	En muppáddan	My 3d grandfather.
2.	" great grandfather's mother	Oc′-sote	" grandmother.	" muppáddi	" " grandmother.
3.	" great grandfather	Hoc′-sote	" grandfather.	" pûddân	" 2d father.
4.	" great grandmother	Oc′-sote	" grandmother.	" pûddi	" " mother.
5.	" grandfather	Hoc′-sote	" grandfather.	" pâddân	" grandfather.
6.	" grandmother	Oc′-sote	" grandmother.	" pâddi	" grandmother.
7.	" father	Hä′-nih	" father.	" tákkáppâu	" father.
8.	" mother	No-yeh′	" mother.	" táy	" mother.
9.	" son	Ha-ah′-wuk	" son.	" mákân	" son.
10.	" daughter	Ka-ah′-wuk	" daughter.	" mákál	" daughter.
11.	" grandson	Ha-yä′-da	" grandson.	" pêrân	" grandson.
12.	" granddaughter	Ka-yä′-da	" granddaughter.	" pêrtti	" granddaughter.
13.	" great grandson	Ha-yä′-da	" grandson.	" irandâm pêran	" 2d grandson.
14.	" great granddaughter	Ka-yä′-da	" granddaughter.	" irandâm pêrtti	" " granddaughter.
15.	" great grandson's son	Ha-yä′-da	" grandson.	" mûndam pêran	" 3d grandson.
16.	" great grandson's daughter	Ka-yä′-da	" granddaughter.	" mûndam pêrtti	" " granddaughter.
17.	" elder brother (*male speaking*)	Hä′-je[d]	" elder brother.	" tâmaiyân. [b] Aṉṉân.	" elder brother.
18.	" " " (*female speaking*)	Hä′-je	" " "	" tâmaiyân. [b] Aṉṉân.	" " "
19.	" elder sister (*male speaking*)	Ah′-je	" elder sister.	" akkárl. [b] Tâmâkay.	" elder sister.
20.	" " " (*female speaking*)	Ah′-je	" " "	" akkárl. [b] Tâmâkay.	" " "
21.	" younger brother (*male speaking*)	Ha′-gă	" younger brother.	" tambi	" younger brother.
22.	" " " (*female speaking*)	Ha′-gă	" " "	" tambi	" " "
23.	" younger sister (*male speaking*)	Ka′-gă	" younger sister.	" tangaichchi. [b] Tângay	" younger sister.
24.	" " " (*female speaking*)	Ka′-gă	" " "	" tangaichchi. [b] Tângay	" " "
25.	" brothers (*male speaking*)	Da-yä′-gwä-dan′-no-dă	" brothers.	" aṉṉan tambi mâr	" brothers.
26.	" " (*female speaking*)	Da-yä′-gwä-dan′-no-dă	" "	" sâkothârer	" brothers (Sanskrit).
27.	" sisters (*male speaking*)	Da-yä′-gwä-dan′-no-dă	" sisters.	" tâmâkay tângay mâr	" sisters.
28.	" " (*female speaking*)	Da-yä′-gwä-dan′-no-dă	" "	" sâkôtharckâl	" sisters (Sanskrit).
29.	" brother's son (*male speaking*)	Ha-ah′-wuk	" son.	" mâkân	" son.
30.	" brother's son's wife (*male speaking*)	Ka′-să	" daughter-in-law.	" mârûmâkâl	" dau.-in-law & niece.
31.	" brother's daughter " "	Ka-ah′-wuk	" daughter.	" mâkâl	" daughter.
32.	" brother's daughter's husband (*m. s.*)	Oc-na′-hose	" son-in-law.	" mârâmâkân	" son-in-law & neph.
33.	" brother's grandson "	Ha-yä′-da	" grandson.	" pêran	" grandson.
34.	" brother's granddaughter "	Ka-yä′-da	" granddaughter.	" pêrtti	" granddaughter.
35.	" brother's great grandson "	Ha-yä′-da	" grandson.	" irandâm pêran	" 2d grandson.
36.	" brother's great granddaughter "	Ka-yä′-da	" granddaughter.	" irandâm pêrtti	" " granddaughter.
37.	" sister's son "	Ha-yä′-wan-da	" nephew.	" mârûmâkân	" nephew.
38.	" sister's son's wife "	Ka′-să	" daughter-in-law.	" mâkâl	" daughter.
39.	" sister's daughter "	Ka-yä′-wan-da	" niece.	" mârûmâkâl	" niece.
40.	" sister's daughter's husband "	Oc-na′-hose	" son-in-law.	" mâkân	" son.
41.	" sister's grandson "	Ha-yä′-da	" grandson.	" pêrân	" grandson.
42.	" sister's granddaughter "	Ka-yä′-da	" granddaughter.	" pêrtti	" granddaughter.
43.	" sister's great grandson "	Ha-yä′-da	" grandson.	" irandâm pêrân	" 2d grandson.
44.	" sister's great granddaughter "	Ka-yä′-da	" granddaughter.	" irandâm pêrtti	" " granddaughter.
45.	" brother's son (*female speaking*)	Ha-soh′-neh	" nephew.	" mârûmâkân	" nephew.
46.	" brother's son's wife (*female speaking*)	Ka′-să	" daughter-in-law.	" mâkâl	" daughter.
47.	" brother's daughter " "	Ka-so′-neh	" niece.	" mârûmâkâl	" niece.
48.	" brother's daughter's husband (*f. s.*)	Oc-na′-hose	" son-in-law.	" mâkân	" son.
49.	" brother's grandson "	Ha-yä′-da	" grandson.	" pêrân	" grandson.
50.	" brother's granddaughter "	Ka-yä′-da	" granddaughter.	" pêrtti	" granddaughter.
51.	" brother's great grandson "	Ha-yä′-da	" grandson.	" irandâm pêrân	" 2d grandson.
52.	" brother's great granddaughter "	Ka-yä′-da	" granddaughter.	" irandâm pêrtti	" " granddaughter.
53.	" sister's son "	Ha-ah′-wuk	" son.	" mâkân	" son.
54.	" sister's son's wife "	Ka′-să	" daughter-in-law.	" mârûmâkâl	" dau.-in-law & niece.
55.	" sister's daughter "	Ka-ah′-wuk	" daughter.	" mâkâl	" daughter.
56.	" sister's daughter's husband "	Oc-na′-hose	" son-in-law.	" mâkân	" son.
57.	" sister's grandson "	Ha-yä′-da	" grandson.	" pêrân	" grandson.
58.	" sister's granddaughter "	Ka-yä′-da	" granddaughter.	" pêrtti	" granddaughter.
59.	" sister's great grandson "	Ha-yä′-da	" grandson.	" irandâm pêrân	" 2d grandson.
60.	" sister's great granddaughter "	Ka-yä′-da	" granddaughter.	" irandâm pêrtti	" " granddaughter.
61.	" father's brother	Hä′-nih	" father.	" periya tâkkâppân	" great father if older than my father.
				" seríya tâkkâppân	" little father if y'nger than my father.
62.	" father's brother's wife	Oc-no′-ese	" step-mother.	" tây	" mother.
63.	" father's brother's son (*older than myself*)	Hä′-je	" elder brother.	" tâmaiyân	" elder brother.
64.	" " " " (*younger than myself*)	Ha′-gă	" younger brother.	" tambi	" younger brother.
65.	" father's brother's son's wife (*male speaking*)	Ah-ge-ah′-ne-ah	" sister-in-law.	" mâittûni(o.), aṉṉi(y.)	" cousin & sis.-in-law.
66.	" " " " " (*fem. speaking*)	Ah-ge⁀ah′-ne⁀o	" "	" mâittûni(o.), aṉṉi(y.)	" " " "
67.	" father's brother's daughter (*older than myself*).	Ah′-je	" elder sister.	" Akkárl. [b] Tâmâkay	" elder sister.
68.	" father's brother's daughter (*younger than myself*).	Ka′-gă	" younger sister.	" tangaichchi [b] Tângay	" younger sister.
69.	" father's brother's daughter's husb'd (*m. s.*)	Ah-ge⁀ah′-ne⁀o	" brother-in-law.	" mâittûnân	" bro.-in-law & cous.
70.	" " " " (*f. s.*)	Ha-yä′-o	" "	" mâittûnân	" " " " "
71.	" father's brother's son's son (*male speaking*)	Ha-ah′-wuk	" son.	" mâkân	" son.
72.	" " " " " (*fem. speaking*)	Ha-soh′-neh	" nephew.	" mârûmâkân	" nephew.
73.	" father's brother's son's daughter (*m. s.*)	Ka-ah′-wuk	" daughter.	" mâkâl	" daughter.
74.	" " " " " (*f. s.*)	Ka-soh′-neh	" niece.	" mârûmâkâl	" niece.
75.	" father's brother's daughter's son (*m. s.*)	Ha-yä′-wan-da	" nephew.	" mârûmâkân	" nephew.
76.	" " " " " (*f. s.*)	Ha-ah′-wuk	" son.	" mâkân	" son.

18 Hérédité, race et eugénisme dans le long XIXe siècle[1]

STAFFAN MÜLLER-WILLE

L'hérédité humaine, les menaces et les promesses quant à la santé des nations qu'elle abrite en son sein sont au cœur de maints débats politiques dans le long XIXe siècle. Ceux-ci portent sur les politiques proposées et mises en place pour combattre ou promouvoir ses effets. Cette période voit en même temps une prolifération de théories biologiques relatives à l'hérédité, qui culminent avec la consolidation de la génétique au début du XXe siècle[2]. L'hérédité nous fournit donc un exemple paradigmatique de ce que Michel Foucault appelle le « dispositif biopolitique », c'est-à-dire l'émergence d'un ensemble de concepts, de technologies et de pratiques qui font entrer « la vie et ses mécanismes dans les calculs explicites[3] ». Pourtant, comme nous le verrons dans ce chapitre, une observation plus attentive de l'histoire de l'eugénisme révèle que le lien entre la science de l'hérédité et son application à la santé, la vie et la politique humaines n'a rien d'évident.

L'articulation entre savoir et pouvoir dans le discours portant sur l'hérédité – peu équivoque au XIXe siècle – ne peut être réduite à un modèle de cause à effet unilatéral. Tout comme le pouvoir au sens de Foucault est une notion dé-centrée, préférant à l'idée d'une source souveraine du pouvoir une multiplicité de sujets se battant pour l'autorité et la domination, la notion de savoir doit de même être libérée de l'idée selon laquelle elle est façonnée par les élites et simplement appliquée

1. Ce chapitre est inspiré de ma contribution à Müller-Wille et Rheinberger 2012 (chap. 5).
2. López Beltrán 2004, Müller-Wille et Rheinberger 2012.
3. Foucault 1976 (p. 188) ; pour des éclaircissements stimulants concernant Foucault, voir Stoler 1995, Sarasin 2009.

◀ Compilation de termes de parenté publiée en 1871 par Morgan. Elle montre la fascination des anthropologues du XIXe siècle pour les questions de descendance et de généalogie.

à, ou reçue passivement par le reste de la société. Ce que Foucault décrit comme un « dispositif biopolitique » n'est pas tant une idéologie ou une doctrine qu'un ensemble articulé de technologies et d'institutions certes contraignantes, mais qui autorisent de nouvelles formes de gouvernance.

Le phénomène de l'eugénisme

La place de choix accordée à l'eugénisme autour de 1900 ne peut se comprendre qu'en relation avec deux développements historiques de long terme. Premièrement, les États-nations européens et les États-Unis d'Amérique subissent une transition démographique, tout comme leurs « rejetons » – Canada, Australie, Afrique du Sud et Argentine. Cette transition est caractérisée par trois paramètres essentiels : une amélioration de l'espérance de vie suivie d'une baisse du taux de natalité, le décalage temporel entre les deux entraînant initialement une croissance élevée de la population ; une invasion des centres urbains par des migrants de zones rurales ; une augmentation substantielle de la productivité agricole et industrielle. L'exemple le plus pertinent d'« explosion » de la croissance démographique est celui des États-Unis. En 1870, sa population excède à peine celle du Reich allemand ; vingt ans plus tard, les États-Unis sont plus peuplés que toute l'Europe, Russie comprise[1]. Une comparaison des taux de natalité en 1890 et 1911 dans le Reich allemand indique avec quelle radicalité le comportement reproductif a pu changer : de 40,9 pour 1 000 habitants en 1890, le taux de natalité chute à 28,2 en 1911[2].

Second développement historique, la socialisation croissante de la médecine. L'octroi de soins médicaux est progressivement professionnalisé et spécialisé, au détriment de formes traditionnelles d'automédication et de soins qui sont alors souvent dénoncées comme du charlatanisme ; les postes administratifs et politiques dans le secteur de la santé sont de plus en plus occupés par des médecins formés à l'Université plutôt que par des juristes ; les administrations d'État commencent à s'ingérer dans la vie privée, sociale et familiale des individus dans le but de prévenir des maladies ; enfin, cette période voit l'émergence de disciplines qui étudient la population en tant qu'objet, comme la démographie, l'épidémiologie, l'hygiène et la médecine sociale. Celles-ci bénéficieront bientôt

1. Osterhammel 2009 (p. 191).
2. Weindling 1989 (p. 261).

de ressources croissantes. Ainsi, la santé devient une cible de l'intervention étatique, et la prise en charge de la santé publique un des moyens principaux de la consolidation des États-nations[1].

La transition démographique et l'émergence de systèmes de prise en charge de la santé publique sont deux phénomènes étroitement liés, même si leur relation est loin d'être déterministe. La baisse du taux de natalité, ainsi que des conditions hygiéniques catastrophiques, sources de graves problèmes de santé frappant le prolétariat urbain, sont perçues comme des symptômes critiques de « dégénérescence » de la population nationale[2]. Les solutions autoritaires et technocratiques réclamées avec véhémence par certains médecins, biologistes et intellectuels au nom de l'eugénisme et de l'« hygiène raciale » devront continuellement faire face à une résistance forte et virulente. La voie vers les crimes du régime national-socialiste, commis au nom de l'eugénisme et des politiques démographiques, était donc loin d'être prédéterminée par ces premiers épisodes du XIX^e^ siècle. Bien que les crimes commis par le régime national-socialiste quelques décennies plus tard se réclament de l'eugénisme et des politiques démographiques, on ne peut pas y voir une conséquence directe et nécessaire de ces premiers développements au XIX^e^ siècle.

Les trois dernières décennies ont vu paraître de nombreuses recherches portant sur l'histoire de l'eugénisme, révélant ainsi une variété surprenante de positions et d'alliances programmatiques. Ainsi, on recense des initiatives eugénistes en Allemagne certes, mais aussi en Amérique du Nord, en Grande-Bretagne, en France, dans les pays scandinaves, en Russie et en Union soviétique, en Amérique du Sud et dans certains pays africains et asiatiques sous domination coloniale. De plus, certains eugénistes tissent des liens dans le cadre d'organisations internationales au tournant du XX^e^ siècle[3]. Des plaidoyers en faveur de politiques eugénistes ne sont pas le fait seulement de racistes d'extrême droite mais également de socialistes, bien que ceux-ci préfèrent souvent l'éducation et la contraception volontaire à la stérilisation forcée[4]. De plus, malgré la variété et la popularité de leurs arguments au début du XX^e^ siècle, les eugénistes ne réussiront jamais à former un véritable mouvement de masse, leurs organisations réunissant rarement plus de mille adhérents et

1. *Ibid.* (p. 5).
2. Cf. Pick 1989, Soloway 1995.
3. Sur les mouvements eugénistes en Allemagne, voir Weingart, Bayertz et Kroll 1992 ; en Grande-Bretagne et aux USA, Kevles 1985 ; pour la France, Schneider 1990, Carol 1995. Pour de bonnes synthèses sur l'eugénisme dans des contextes nationaux, coloniaux et internationaux, voir Levine et Bashford 2010.
4. Paul 1984, Mocek 1998.

restant dominées par des médecins, professeurs d'Université, ingénieurs et enseignants[1].

Les associations dédiées à l'« amélioration de l'hérédité » restent donc une frange excentrique d'un discours public plus vaste[2]. Celui-ci est beaucoup plus marqué par les mouvements prolétaires, les tentatives de réforme des systèmes de prise en charge de la santé publique, ainsi que par le mouvement des droits des femmes. Les demandes tenant à une autonomie sexuelle et reproductive, et donc à des droits politiques, sont souvent adossées à des considérations eugénistes[3]. Les débats concernant la prostitution sont irrigués d'idées eugénistes : pour beaucoup, en effet, les maladies vénériennes attaquent également le matériel génétique[4]. L'appropriation des mots clés et slogans eugénistes par les mouvements racistes et nationalistes nous semble évidente ; mais les mêmes slogans sont souvent adoptés par des minorités qui se battent pour une émancipation politique, comme les Afro-Américains ou les sionistes[5]. La promulgation de lois de stérilisation en Amérique du Nord, en Allemagne et en Scandinavie à la fin des années 1920 et au début des années 1930 repose donc sur un vaste consensus public[6].

La plupart des études historiques concernant l'eugénisme n'examinent pas le concept d'hérédité que portent ces mouvements. Il est vrai que des positions néolamarckiennes sur l'hérédité des compétences acquises sont particulièrement communes chez les eugénistes ayant des sympathies socialistes, ainsi que dans des contextes catholiques où la contraception est rejetée pour des raisons religieuses[7]. Pourtant, des études plus récentes ont montré que ces postures scientifiques, politiques et religieuses se croisent de mille façons, souvent très inattendues[8]. De plus, la plupart des eugénistes ne mobilisent guère plus qu'un déterminisme héréditaire basique pour réclamer des interventions médicales ou bureaucratiques. Les calculs eugénistes sont de nature économique. Le but n'est pas de laisser le combat existentiel régner en maître, mais, bien au contraire, de l'organiser et de le canaliser de façon que le « bon » type de personnes se multiplie.

Néanmoins, il est incontestable que la biologie et la médecine fournissent

1. Kevles 1985 (p. 59), Weindling 1989 (p. 14-46 et 499), MacKenzie 1978.
2. Kevles 1985 (p. 24-27), Weindling 1989 (p. 146).
3. Richardson 2003.
4. Ce discours est alors très répandu en contexte colonial où il se mêle avec la peur du métissage ; Walther 2013.
5. Efron 1994, Dorr 2008.
6. Koch 2004.
7. Adams 1990.
8. Paul 1995 (p. 44-45).

des concepts clés et les principes directeurs de l'eugénisme et que, de plus, l'eugénisme crée à son tour les présupposés spécifiques nécessaires à l'établissement d'une science de l'hérédité humaine. Mais cette relation ne peut être réduite à un impact déterministe de l'idéologie scientifique sur des pratiques sociales et politiques, ou vice versa. Dans ce qui suit, j'ai choisi d'analyser deux ensembles importants de techniques du XIXe siècle faisant partie du « dispositif biopolitique » : les méthodes développées pour quantifier la diversité humaine et les mutations de la notion de parenté. Comme nous le verrons, ces techniques promeuvent l'idée selon laquelle il est possible d'analyser chaque génération en fonction d'éléments redistribués et recombinés. Vu sous cet angle, le discours héréditaire n'a que peu à voir avec le poids du passé ou la valeur de la tradition. Ainsi conçue, l'hérédité peut donc être employée, et l'est souvent en fait, pour briser des structures sociales fossilisées et ouvrir de nouveaux horizons à l'action politique.

Race et anthropométrie

La conception de l'histoire de l'humanité comme une lutte pour la survie entre différentes races est certainement un des produits les plus vénéneux des Lumières européennes[1]. Toute tentative sérieuse de démêler son histoire se doit de reconnaître que, bien que le concept de race soit fondé sur une idée « fausse », ses effets sur les luttes politiques de domination sont très réels[2]. Dans la première moitié du XIXe siècle, par exemple, un nombre conséquent d'historiens européens commencent à désigner les opposants politiques de la Guerre civile anglaise (1642-1649) et de la Révolution française (1789) comme appartenant à des races différentes[3]. La réinterprétation des conflits sociaux et religieux dans l'Europe du début des temps modernes à l'aune d'une lutte des races sous-jacente démontre que la notion de races humaines n'est aucunement liée à des seules caractéristiques physiques ou biologiques. Il n'y a de « ligne claire ni entre des éléments culturels et physiques, ni entre hérédité sociale et biologique », comme le formule l'historien de l'anthropologie George Stocking. « "Le sang" est pour beaucoup un dissolvant dans lequel tous les problèmes fondent et tous les processus se mélangent[4]. »

L'efficacité idéologique de ce « dissolvant » est révélée à l'occasion de

1. Arendt 2004 (chap. 6 et 7), Foucault 1991, Banton 1998, Frederickson 2002, Taguieff 2002.
2. Müller-Wille 2014.
3. Foucault 1997 (chap. 3 et 4).
4. Stocking 1994 (p. 6).

débats fréquents au XIXe siècle portant sur les « tribus anéanties (*vanishing tribes*) ». Une remarque adressée à la British Society for the Advancement of Science par James Cowles Prichard (1786-1848) en 1839 en fournit un bon exemple. « Partout où les Européens se sont installés, leur arrivée a été le signe annonciateur de l'extermination des tribus indigènes[1]. » Comme beaucoup d'autres, Prichard préfère aux différences biologiques la supériorité culturelle des colons européens (qui se manifeste à travers l'agriculture, l'alphabétisation, l'organisation militaire et le christianisme) pour affirmer l'infériorité des peuples colonisés[2]. Cette vision optimiste de l'expansion coloniale européenne est le revers discursif de la peur des dégénérescences susmentionnée. Ces deux discours sont adossés à la même notion vague d'hérédité. On ne mobilise souvent guère plus que l'idée de reproduction – la « chaîne dorée du perfectionnement (*Bildung*)[3] » – pour prouver la persistance de la langue, de la culture et des types raciaux.

Cependant, dans ce contexte, on privilégie de plus en plus la transmission de traits isolés, susceptibles d'être décrits et mesurés avec précision. Prichard, par exemple, identifie un moyen révélateur de « sauver » les tribus vouées à l'extinction : compléter « de manière extensive les informations que nous possédons sur leurs caractéristiques physiques et morales[4] ». Cet intérêt porté aux traits physiques et physiologiques remonte au XVIIIe siècle et à la fascination provoquée par la question de l'origine des différences de couleur de peau[5]. Cependant, cette dernière n'est généralement pas perçue comme une caractéristique définie à la naissance. Au contraire, dans la continuité d'une longue tradition médicale, beaucoup croient qu'elle est plutôt déterminée par des facteurs tels que le climat, les dispositions tempéramentales et le mode de vie individuel[6].

Les spécialistes de l'anthropologie physique commencent donc bientôt à s'intéresser à des caractéristiques plus « dures », d'apparence plus « constantes ». Des particularités squelettiques – notamment du crâne – attirent particulièrement l'attention des anthropologues. L'anatomiste hollandais Petrus Camper (1722-1789) considère l'angle facial comme signe infaillible de réussite culturelle, et en 1842 l'anatomiste suédois Anders Adolf Retzius (1796-1860) introduit le concept d'index céphalique (ratio entre les largeur et longueur céphaliques maximales)

1. Cité par Gruber 1970 (p. 1293).
2. Cf. Brantlinger 2003, Stocking 1987 (chap. 6).
3. Herder 2002 (p. 314).
4. Cité par Gruber 1970 (p. 1293).
5. Cf. Mazzolini 1994.
6. López Beltrán 2007.

qui occupera l'anthropologie physique pendant presque un siècle encore. Sur la base de son index céphalique, Retzius distingue, parmi les types de crânes européens, les brachycéphales (au crâne court) des dolichocéphales (au crâne long). Des théories si générales attirent immédiatement la critique, par exemple celle de Paul Broca (1824-1880), fondateur français de l'influente Société anthropologique, qui s'attache à développer des instruments permettant d'affiner les mesures crâniennes[1].

Pendant le XIXe siècle, le nombre de variables mesurées croît sans cesse, permettant à leur tour de distinguer de plus en plus de variétés humaines. Les techniques de mesure et les instruments sont standardisés et deviennent si répandus qu'en 1900 l'anthropométrie atteint le statut de « grande science », au même titre que l'astronomie ou la météorologie. Pour recueillir des données anthropométriques, on fait alors feu de tout bois : enfants scolarisés, prisonniers, malades (à l'hôpital), cohortes entières de recrues militaires dans des pays tels que l'Italie et la Suède, et populations d'« indigènes » dans les colonies européennes. Parallèlement à cette extension de champ, des expériences et des dispositifs de mesure spécifiques permettent de détecter des dispositions encore plus particulières. La psychiatrie et la psychologie, en particulier, contribuent à l'expansion de l'anthropométrie, à la fois en champ et en profondeur, et, vers la fin du siècle, de telles études peuvent porter sur des qualités aussi élusives que l'« intelligence[2] ».

Le caractère de plus en plus appliqué et quantifié des recherches anthropologiques ouvre à cette discipline une perspective analytique, bien que l'identification de types raciaux généraux demeure le but ultime. D'une part, corps humains, cultures et langues apparaissent comme objets composés d'éléments plus simples – traits ou dispositions, éléments de style, phonèmes et structures grammaticales. D'autre part, cette perspective ramène involontairement sur le devant de la scène des lois apparemment autonomes gouvernant la distribution de tels éléments dans la population. L'essor des statistiques, au XIXe siècle, est étroitement lié, d'une part, à « l'avalanche de chiffres imprimés » par les bureaucraties modernes, de l'autre, au développement de nouveaux champs du savoir : démographie, épidémiologie, anthropologie[3].

Le naturaliste et mathématicien britannique Francis Galton (1822-1911)

1. Sur Camper, voir Meijer 1999 ; sur l'influence de Retzius, voir Kyllingstad 2012 ; sur Broca, voir Blanckaert 2009.
2. Pour l'histoire générale de l'anthropologie physique, voir Gould 1981, Stocking 1988, Blanckaert, Ducros et Hublin 1989, Lindee et Santos 2012. Sur l'histoire des tests d'intelligence, voir Carson 2007.
3. Hacking 1990, Porter 1986, Desrosières 1993, Schweber 2006.

est archétypique des conséquences que ce regard statistique a sur la compréhension de la reproduction humaine. En 1861, il rencontre l'astronome belge Adolphe Quetelet (1796-1874), qui utilise déjà depuis 1835 la théorie statistique des erreurs pour étudier « l'homme moyen », sorte d'homoncule censé représenter le « type » d'une nation. Galton admire les méthodes de Quetelet mais désapprouve son obsession des moyennes[1] : les extrémités de courbes statistiques l'intéressent bien davantage. Dans *Hereditary Genius* (1869), par exemple, il tente de démontrer que l'on peut trouver plus d'individus talentueux dans la famille des musiciens, avocats et politiciens très doués que ce qui aurait été attendu si l'on avait appliqué une distribution purement stochastique de ces traits. Galton est particulièrement fasciné par le phénomène qu'il appelle « régression » – expression alors utilisée par les éleveurs d'animaux. Les ancêtres qui dévient du « type » d'une population engendrent des descendants présentant la même déviation, mais à un degré moindre. En outre, plus la déviation est forte, plus la tendance des descendants à revenir vers la moyenne de la population est forte. La moyenne ou le « type » d'une population semble ainsi exercer une sorte de force d'attraction.

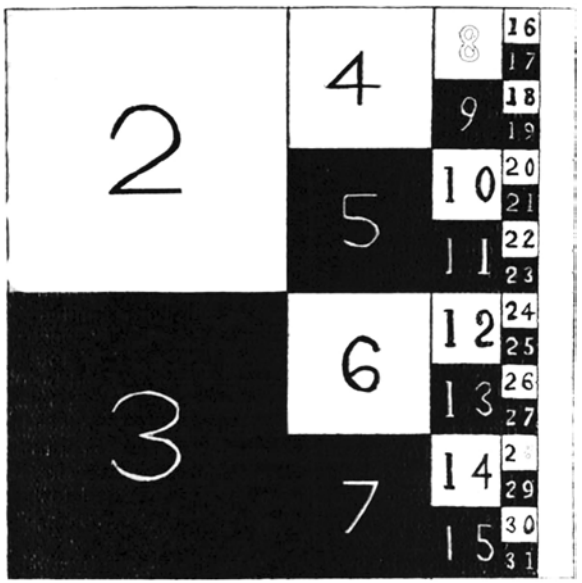


Schéma illustrant la « loi de l'hérédité ancestrale » de Galton. Le grand carré représente l'hérédité totale d'un individu, les carrés 2 et 3 la contribution parentale, 4, 5, 6 et 7 celle des grands-parents, etc.

1. Cité par Porter 1986 (p. 129).

Le mathématicien Karl Pearson (1857-1936), fondateur de ce qu'on appellera « l'école biométrique » de l'hérédité, propose une autre interprétation de ces résultats. Il suppose que la régression résulte de la « corrélation » du trait étudié avec un certain nombre d'autres traits qui, dans l'ensemble, sont supposément plus proches de la moyenne de la population. Les conjectures de Galton et de Pearson reposent toutes deux sur l'hypothèse d'une « loi de l'hérédité ancestrale », expression qu'ils inventent pour l'occasion. Selon cette loi, le plasma germinatif d'un organisme est constitué d'éléments héréditaires qui sont hérités des parents certes, mais aussi d'ancêtres plus éloignés. La loi suppose en outre que la fraction relative d'éléments ancestraux dans le plasma germinatif diminue proportionnellement au nombre de générations séparant l'ancêtre du descendant.

Les études de Galton et de Pearson montrent bien que les motifs de distribution de caractéristiques isolées deviennent bientôt eux-mêmes objets de recherche. Inversement, ces motifs émergents semblent confirmer l'hérédité de ces caractéristiques. Bien qu'il n'existe pas pour eux de frontière bien définie entre développement d'algorithmes mathématiques et recherche biologique – par exemple, les termes de « régression » et de « corrélation » se réfèrent originellement à des forces biologiques fondamentales[1] –, des amalgames entre raisonnements biologique et statistique sont souvent utilisés pour légitimer et réifier des stéréotypes sociaux et culturels. Mais ceux-ci peuvent également être utilisés comme instruments d'examen critique de tels stéréotypes. La tendance constitutive au positivisme consistant à préciser toujours plus les données, à les classer et les reclasser sans cesse, induit un développement dialectique qui tend à réifier les catégories usuelles de race, classe et genre, tout en les subvertissant[2].

Le cas de l'anthropologue germano-américain Franz Boas (1858-1942) illustre particulièrement bien ce dernier aspect. Ayant adopté les méthodes de Pearson pour son étude anthropométrique de certaines tribus indigènes des Amériques, il fait au début des années 1890 une découverte qui va consterner la communauté savante, Pearson au premier chef. Il montre en effet que les deux variables constituant l'index céphalique – longueur et largeur du crâne – ne sont *pas* corrélées, en conséquence de quoi elles n'indiquent pas une cause commune, telle qu'une ascendance ou une constitution physique partagées[3]. Le résultat de ces enquêtes mène

1. Gayon 1992.
2. Hanke 2007.
3. Stocking 1982 (chap. 2).

Boas à soumettre le concept de race à une révision critique dans une monographie publiée en 1911 sous le titre *L'Esprit de l'homme primitif*. Ce livre rassemble déjà tous les arguments contredisant la pertinence du concept de race d'un point de vue biologique. Ceux-ci seront ensuite exposés une quarantaine d'années plus tard dans la *Déclaration sur la race et les préjugés raciaux* de l'Unesco[1]. La transmission d'une génération à l'autre et la diffusion géographique des langues, cultures et caractéristiques physiques obéissent en fin de compte à des lois différentes. La « chaîne de perfectionnement » de l'espèce humaine de Herder s'est désintégrée en plusieurs morceaux, qui restent cependant entremêlés.

Généalogie et analyse de parenté

Les discours biopolitiques du XIX^e^ siècle ne sont pas adossés aux seules statistiques. L'analyse de la généalogie et de la parenté est d'une égale importance. Le XIX^e^ siècle voit des développements spectaculaires affectant le concept de parenté[2]. Le plus important, peut-être, est une extension majeure du concept de génération qui commence à prendre place à la fin du XVIII^e^ siècle. Traditionnellement, le concept de génération était utilisé comme synonyme de procréation, acte déterminant de création d'un nouvel être[3]. Autour de 1800, un nouveau concept de génération émerge dans les sciences de la vie et les sciences sociales. La génération est désormais appréhendée en tant que structure collective, englobant hommes et autres organismes qui apparaissent à la même époque. C'est notamment la succession de générations qui sert à justifier la transmission de la souveraineté politique[4].

La génération, ainsi comprise dans ce sens de « cohorte » – terme plus technique en usage parmi les sociologues –, ignore les liens de parenté individuels. Mais c'est précisément cet aspect qui fournit de nouvelles opportunités pour appréhender parenté et transmission des caractéristiques. Conservation et variation de caractéristiques entre plusieurs générations deviennent des quantités calculables. Des philosophes sociaux tels qu'Auguste Comte, John Stuart Mill et Karl Marx s'appuient donc sur le concept de génération pour décrire la reproduction de sociétés

1. Stepan 1982, Barkan 1992.
2. Sabean, Teuscher et Mathieu 2007.
3. Jacob 1970 (chap. 2), Müller-Wille et Rheinberger 2012 (chap. 2).
4. Parnes 2007 (p. 317). Voir aussi Parnes, Vedder et Willer 2008. Ce changement du sens de « génération » est accompagné par ce que les historiens du droit appellent une « généralisation du droit d'héritage », par exemple dans le Code Napoléon ; voir Gottschalk 2013 (p. 113-124).

entières. De même, des biologistes comme Gregor Mendel s'appuient sur ces représentations politiques et économiques pour formuler une nouvelle vision de la reproduction biologique. La « toile complexe de transmissions héréditaires » qui constitue les relations entre générations et les lois gouvernant ces relations est ainsi sujette à un examen scientifique approfondi[1].

Les dossiers de famille réunis par Galton dans son *Génie héréditaire* représentent un moment charnière dans la conception de la parenté. Tandis que des représentations prémodernes de la parenté continuent à être employées de manière très flexible, soit pour exclure des parents proches de l'héritage (membres féminins et lignes collatérales sont par exemple sacrifiés au profit d'une généalogie linéaire), soit pour conférer des droits à des parents plus éloignés, d'autres dossiers de famille reflètent un changement conceptuel. Cherchant à documenter de manière compréhensive les relations de parenté dans une même génération, les diagrammes y sont structurés en générations et incluent des parents éloignés, tels que des oncles, neveux ou cousins.

Galton doit cependant faire face au problème de la terminologie vernaculaire. En effet, celle-ci est souvent trop limitée pour servir de base à une analyse précise de la parenté. Il résout cette difficulté en introduisant un système de notation qui symbolise tous les liens de parenté possibles en combinant quelques termes généalogiques de base. En 1871, l'analyse de la parenté franchit un nouveau palier grâce aux travaux de l'avocat américain Lewis H. Morgan (1818-1881). Dans *Systems of Consanguinity and Affinity of the Human Family*, celui-ci répertorie des termes généalogiques dans des langues du monde entier, rassemblés grâce à l'aide de la Smithsonian Institution, de diverses organisations de missionnaires et du Department of State américain. Morgan représente ainsi toutes les relations de parenté en combinant un ensemble limité de relations élémentaires : mère, père, fils, fille, frère, sœur, mari et femme. Comparant la terminologie généalogique extraite de toutes sortes de langues avec sa propre terminologie analytique, Morgan peut désormais démontrer que les systèmes de parenté trouvés dans différentes langues naturelles obéissent à des principes très différents, correspondant à ce qu'il pense être différentes étapes de l'évolution de l'humanité[2].

Les travaux de Morgan font partie d'une tradition de recherche qui aboutit à la publication, dans les années 1860, de plusieurs autres œuvres classiques, presque toutes produites par des juristes. En 1861, l'érudit

1. Parnes 2007 (p. 324).
2. Tooker 1992.

suisse Jacob Bachofen (1815-1887) postule ainsi que, partant d'un état primitif et polygame, l'humanité est passée par une étape matriarcale, avant d'aboutir à un modèle patriarcal. La même année, Henry Sumner Maine (1822-1888), un temps membre de la haute administration de l'Inde britannique, attire l'attention sur les interdépendances complexes entre mariage et litiges patrimoniaux. Quatre ans plus tard, John F. McLennan (1827-1881) introduit la distinction analytique entre exogamie et endogamie. Toujours en 1865, Edward Tylor (1832-1917) clarifie à son tour la relation entre mariage consanguin, exogamie et matrilocalité. En bref, les lois compliquées qui gouvernent mariage, parenté et hérédité dans toute société deviennent l'objet d'une attention anthropologique obsessive, tout comme la variabilité physique de l'humanité[1].

Ces études constituent des références incontournables au XIX^e siècle. Darwin en traite longuement dans sa *Descendance de l'homme* de 1871, tout comme Friedrich Engels dans son *Origine de la famille, de la propriété privée et de l'État* de 1884. Les résultats de cette anthropologie sociale naissante inspirent donc indirectement les courants intellectuels et idéologiques les plus importants de la fin du XIX^e siècle[2]. Cependant, la littérature médicale et psychiatrique a un effet plus immédiat sur l'élargissement du concept de parenté. Les relations familiales entrent dans le domaine de la psychiatrie de deux manières liées : données personnelles familiales rassemblées dans des buts administratifs[3], et attribution croissante par les psychiatres des maladies psychiques et mentales à des prédispositions héréditaires (appelées diathèses)[4].

Un nombre croissant de dossiers médicaux incluent donc des informations sur l'incidence de maladies mentales, de suicides et d'alcoolisme parmi les parents du patient[5]. À partir de la moitié du XIX^e siècle, il est de plus en plus courant d'inclure des diagrammes généalogiques dans une publication médicale ou psychiatrique. L'Eugenics Record Office, ou Laboratoire d'études expérimentales d'évolution, à Cold Spring Harbor, rassemble en 1910 la collection de diagrammes la plus connue[6]. Comme dans les premiers travaux de Galton, ces diagrammes tentent d'inventorier le réseau entier des relations parentales entourant toute personne.

Cependant, la collecte de données généalogiques sort du cadre de la simple curiosité scientifique. Les recherches généalogiques deviennent

1. Stocking 1995.
2. Kuper 1997, Krader 1973 (chap. 2).
3. Goldstein 1990, Cartron 2007.
4. Dowbiggin 1997 ; sur le concept de diathèse, voir Olby 1993.
5. Gausemeier 2005.
6. Allen 1986.

en effet un passe-temps populaire des classes moyennes. Le but de ces recherches généalogiques est de rassembler les relations familiales en tableaux complets, en y incluant les membres collatéraux des côtés paternel aussi bien que maternel[1]. Les données ainsi accumulées soulèvent la possibilité de créer un « inventaire du sang » de nations entières. En Allemagne, l'historien Ottokar Lorenz (1832-1904) est le premier à envisager cette possibilité. Il soutient que la généalogie est « le principal ingrédient des événements historiques » et que l'existence de nations et de classes dotées de caractéristiques particulières peut être expliquée par une « perte ancestrale (*Ahnenverlust*) » due à des mariages consanguins[2]. Lorenz appelle psychiatres et historiens à joindre leurs forces dans une entreprise dédiée à la collecte systématique de données généalogiques. Appel auquel certains psychiatres comme Emil Kraepelin vont en effet répondre.

Dans les débats subséquents portant sur des standards et des méthodes adéquates pour la création et l'analyse des données généalogiques, un point charnière est atteint au début du XX^e^ siècle. Plutôt que de retracer des lignées ancestrales individuelles, l'accumulation *en masse* de données généalogiques rend possible la transformation de la généalogie en outil d'analyse de populations entières[3]. Franz Boas personnifie cette perspective constructive. En 1910, il effectue une étude anthropométrique pour la Commission d'immigration américaine, qui démontre que les caractéristiques physiques changent légèrement mais significativement chez les descendants d'immigrés de différentes origines ethniques nés aux États-Unis. Boas et ses collaborateurs parviennent à ce résultat après avoir analysé des données brutes concernant environ 18 000 individus, recueillies dans des écoles et à Ellis Island. Ces données regroupent les parents et leurs enfants dans des unités que Boas appelle « lignées familiales ». Par un coup de force analytique, les données concernant deux générations sont ainsi traitées simultanément, comme si elles résultaient d'un grand nombre de « croisements » expérimentaux effectués de manière indépendante.

À nouveau, le travail de Boas comporte une dimension critique. Il y a en effet une tension entre les concepts de race et de lignée familiale : « les races » consistent en un conglomérat de tant de lignées familiales différentes que la « pureté de la race » est une coïncidence rare, comme Boas aime souvent le rappeler, notamment à son collègue allemand

1. Hareven 1978.
2. Gausemeier 2008*a*.
3. Gausemeier 2008*b*.

Eugen Fischer (1874-1967). En 1903, Fischer publie une célèbre étude portant sur les « bâtards de Rehoboth », une petite population afro-européenne vivant en Afrique du Sud-Ouest, qu'il considère comme un cas paradigmatique de « race hybride[1] ». Boas, au contraire, maintient qu'ils représentent un des rares cas s'approchant de la « pureté de la race », étant donné que cette population géographiquement contrainte et endogame n'est constituée que d'un petit nombre de lignées familiales[2].

Conclusion

Les méthodes d'analyse statistique et généalogique des populations humaines développées au cours du XIXe siècle devaient finir par aider les généticiens du siècle suivant à percer le mystère des mécanismes internes de l'hérédité humaine[3]. Cependant, des interventions directes et ciblées sur la reproduction humaine demeurèrent impossibles. Les praticiens de la nouvelle science durent plutôt s'appuyer sur des événements et processus passés et les analyser rétrospectivement en les traitant comme des expériences. Des processus réels et perçus de migration et de changement social fournirent une pléthore de matériaux pour de telles recherches. Par exemple, comme le montre l'historienne Veronika Lipphardt, cette approche fut adaptée à de nombreuses études portant sur la « biologie des juifs » autour de 1900. Ces études étaient loin d'être toutes motivées par l'antisémitisme. Les juifs étaient en effet considérés comme un objet d'étude idéal, notamment parce qu'un « récit bio-historique » dominant maintenait que, du fait de leur isolement, ils avaient conservé à travers les siècles une « pureté de race[4] ».

En général, de tels récits bio-historiques demeuraient idéologiquement ambigus et donc susceptibles d'une instrumentalisation à des fins diverses. Ils servirent souvent à former des identités politiques et à revendiquer une appartenance à un certain groupe social, à une certaine nation ou à une certaine race. Cependant, des motivations idéologiques ne peuvent expliquer comment et pourquoi les perspectives analytiques décrites dans ce chapitre ont vu le jour. Il est remarquable que de telles perspectives, qui à terme devaient dissoudre le concept de race, ne furent pas seulement adoptées par des scientifiques d'emblée sceptiques de la

1. Massin 1996 (p. 123).
2. Boas 1996 (p. 32).
3. Gausemeier, Müller-Wille et Ramsden 2013.
4. Lipphardt 2007.

légitimité épistémique du concept de race, tel Boas, mais aussi par des eugénistes revendiqués, tel Pearson.

Afin de comprendre l'ascendance de ces approches analytiques, il est nécessaire de comprendre que les anthropologues, en général, désiraient comprendre les processus de transformation sociétale, notamment pour fournir des instruments de contrôle politique sur de tels processus[1]. Selon un aphorisme célèbre de Tylor, l'anthropologie devait être appréhendée comme une « science des réformateurs[2] ». Et l'on ne pouvait intervenir sur leur trajectoire de développement qu'en conceptualisant les populations comme des agrégats dynamiques d'éléments indépendants. Contrairement à la plupart des récits traditionnels qui voient dans l'eugénisme un facteur de « réification » des relations sociales, il nous semble que le type d'opération analytique décrit dans ce chapitre ressemble plutôt aux processus de fractionnement, au cours desquels les composants primaires de substances chimiques complexes sont séparés afin de permettre de nouveaux et puissants agencements[3]. Le gène – concept qui devait devenir le centre de gravité des sciences de la vie pour plus d'un siècle – fut le résultat de ce processus d'évaporation de catégories traditionnelles de l'espace épistémique que constituait l'hérédité, et de condensation concomitante en un nouvel objet épistémique.

Traduit par Arjoun Raj

Références bibliographiques

Adams Mark B. (dir.), 1990, *The Wellborn Science : Eugenics in Germany, France, Brazil, and Russia*, New York, Oxford University Press.

Allen Garland E., 1986, « The Eugenics Record Office, Cold Spring Harbor (1910-1940) », *Osiris*, 2e série, no 2, p. 225-264.

Arendt Hannah, 2004, *The Origins of Totalitarianism*, New York, Schocken.

Banton Michael, 1998, *Racial Theories*, Cambridge, Cambridge University Press.

Barkan Elazar, 1992, *The Retreat of Scientific Racism : Changing Concepts of Race in Britain and the United States Between the World Wars*, Cambridge, Cambridge University Press.

Blanckaert Claude, 2009, *De la race à l'évolution : Paul Broca et l'anthropologie française (1850-1900)*, Paris, L'Harmattan.

Blanckaert Claude, Ducros Albert et Hublin Jean-Jacques (dir.), 1989, *Histoire de l'anthropologie. Hommes, idées, moments*, Rouen, Corlet, 2 vol.

Boas Franz, 1996, *Race, Language and Culture*, Chicago (IL), University of Chicago Press.

Brantlinger Patrick, 2003, *Dark Vanishings : Discourse on the Extinction of Primitive Races (1800-1930)*, Ithaca (NY), Cornell University Press.

1. Kuklick 2007 (p. 58-60).
2. Tylor 1873 (vol. 2, p. 539).
3. Je remercie Norton Wise pour cette analogie.

Carol Anne, 1995, *Histoire de l'eugénisme en France. Les médecins et la procréation (XIXe-XXe siècle)*, Paris, Seuil.
Carson John, 2007, *The Measure of Merit : Talents, Intelligence, and Inequality in the French and American Republics (1750-1940)*, Princeton, Princeton University Press.
Cartron Laure, 2007, « Degeneration and "Alienism" in Early Nineteenth-Century France », *in* Staffan Müller-Wille et Hans-Jörg Rheinberger (dir.), *Heredity Produced : At the Crossroads of Biology, Politics and Culture (1500-1870)*, Cambridge (MA), MIT Press, p. 155-174.
Desrosières Alain, 1993, *La Politique des grands nombres. Histoire de la raison statistique*, Paris, La Découverte.
Dorr Gregory Michael, 2008, *Segregation's Science : Eugenics and Society in Virginia*, Charlottesville (VA), University of Virginia Press.
Dowbiggin Ian Robert, 1997, *Keeping America Sane : Psychiatry and Eugenics in the United States (1880-1940)*, Ithaca (NY), Cornell University Press.
Efron John M., 1994, *Defenders of the Race : Jewish Doctors and Race Science in Fin-de-Siècle Europe*, New Haven (CT), Yale University Press.
Foucault Michel, 1976, *Histoire de la sexualité*, t. 1 : *La Volonté de savoir*, Paris, Gallimard.
– 1991, « Faire vivre et laisser mourir. La naissance du racisme », *Les Temps modernes*, nº 535, p. 37-61.
– 1997, *Il faut défendre la société*, Paris, Gallimard.
Frederickson George M., 2002, *Racism : A Short History*, Princeton, Princeton University Press.
Gausemeier Bernd, 2005, « From Pedigree to Database : Genealogy and Human Heredity in Germany (1890-1914) », in *Conference : A Cultural History of Heredity III : 19th and Early 20th Centuries*, preprint 294, Berlin, Max Planck Institute for the History of Science, p. 179-191.
– 2008*a*, « Auf der "Brücke zwischen Natur- und Geschichtswissenschaft" : Ottokar Lorenz und die Neuerfindung der Genealogie um 1900 », *in* Florence Vienne et Christina Brandt, *Wissensobjekt Mensch. Humanwissenschaftliche Praktiken im 20. Jahrhundert*, Berlin, Kadmos, p. 137-164.
– 2008*b*, « Pedigree vs. Mendelism : Concepts of Heredity in Psychiatry before and after 1900 », in *Conference : A Cultural History of Heredity IV : Heredity in the Century of the Gene*, preprint 343, Berlin, Max Planck Institute for the History of Science, p. 149-162.
Gausemeier Bernd, Müller-Wille Staffan et Ramsden Edmund (dir.), 2013, *Human Heredity in the Twentieth Century*, Londres, Pickering & Chatto.
Gayon Jean, 1992, *Darwin et l'après-Darwin. Une histoire de l'hypothèse de sélection naturelle*, Paris, Kimé.
Goldstein Jan, 1990, *Console and Classify : The French Psychiatric Profession in the Nineteenth Century*, Cambridge, Cambridge University Press.
Gottschalk Karin, 2013, « Erbe und Recht : Die Übertragung von Eigentum in der frühen Neuzeit », *in* Stefan Willer, Sigrid Weigel et Bernhard Jussen (dir.), *Erbe : Übertragungskonzepte zwischen Natur und Kultur*, Francfort, Suhrkamp, p. 85-125.
Gould Steven J., 1981, *The Mismeasure of Man*, New York, Norton.
Gruber Jacob W., 1970, « Ethnographic Salvage and the Shaping of Anthropology », *American Anthropologist*, vol. 72, p. 1289-1299.
Hacking Ian, 1990, *The Taming of Chance*, Cambridge, Cambridge University Press.

HANKE Christine, 2007, *Zwischen Auflösung und Fixierung. Zur Konstitution von « Rasse » und « Geschlecht » in der physischen Anthropologie um 1900*, Bielefeld, Transcript.
HAREVEN Tamara, 1978, « The Search for Generational Memory : Tribal Rites in Industrial Society », *Daedalus*, vol. 107, p. 137-149.
HERDER Johann Gottfried, 2002, *Werke*, vol. III-1 : *Ideen zur Philosophie der Geschichte der Menschheit*, Munich, Carl Hanser.
JACOB François, 1970, *La Logique du vivant*, Paris, Gallimard.
KEVLES Daniel J., 1985, *In the Name of Eugenics : Genetics and the Use of Human Heredity*, Cambridge (MA), Harvard University Press.
KOCH Lene, 2004, « The Meaning of Eugenics : Reflections on the Government of Genetic Knowledge in the Past and the Present », *Science in Context*, vol. 17, p. 315-331.
KRADER Lawrence, 1973, *Ethnologie und Anthropologie bei Marx*, Munich, Hanser.
KUKLICK Henrika, 2007, « The British Tradition », *in* Henrika KUKLICK (dir.), *A New History of Anthropology*, Oxford, Blackwell, p. 52-78.
KUPER Adam, 1997, « On Human Nature : Darwin and the Anthropologists », *in* Mikuláš TEICH, Roy PORTER et Bo GUSTAFSSON (dir.), *Nature and Society in Historical Context*, Cambridge, Cambridge University Press, p. 274-290.
KYLLINGSTAD Jon Røyne, 2012, « Norwegian Physical Anthropology and the Idea of a Nordic Master Race », *Current Anthropology*, vol. 53, nº S5, p. S46-S56.
LEVINE Philippa et BASHFORD Alison (dir.), 2010, *The Oxford Handbook of the History of Eugenics*, Oxford, Oxford University Press.
LINDEE Susan et SANTOS Ricardo Ventura, 2012, « The Biological Anthropology of Living Human Populations : World Histories, National Styles, and International Networks », *Current Anthropology*, vol. 53, nº S5, p. S3-S16.
LIPPHARDT Veronika, 2007, « Zwischen "Inzucht" und "Mischehe". Demographisches Wissen in der Debatte um die "Biologie der Juden" », *Tel Aviver Jahrbuch für Deutsche Geschichte*, vol. 35, p. 45-66.
LÓPEZ BELTRÁN Carlos, 2004, *El sesgo hereditario : ámbitos históricos del concepto de herencia biológica*, Mexico, Universidad Nacional Autónoma de México.
– 2007, « Hippocratic Bodies : Temperament and Castas in Spanish America (1570-1820) », *Journal of Spanish Cultural Studies*, vol. 8, p. 253-289.
MACKENZIE Donald A., 1978, « Statistical Theory and Social Interests », *Social Studies of Science*, vol. 8, p. 35-83.
MASSIN Benoit, 1996, « From Virchow to Fischer : Physical Anthropology and "Modern Race Theories" in Wilhelmine Germany », *in* George W. STOCKING (dir.), *Volksgeist as Method and Ethic : Essays on Boasian Ethnography and the German Anthropological Tradition*, Madison (WI), University of Wisconsin Press, p. 79-154.
MAZZOLINI Renato, 1994, « Il colore della pelle e l'origine dell'antropologia fisica (1492-1848) », *in* Renzo ZORZI (dir.), *L'epopea delle scoperte*, Florence, Olschki, p. 227-239.
MEIJER Miriam C., 1999, *Race and Aesthetics in the Anthropology of Petrus Camper (1722-1789)*, Amsterdam, Rodopi.
MOCEK Reinhard, 1998, « Biology of Liberation : Some Historical Aspects of "Proletarian Race Hygienics" », *in* Mikuláš TEICH et Kurt BAYERTZ (dir.), *From Physico-Theology to Bio-Technology*, Amsterdam, Rodopi, p. 224-231.
MÜLLER-WILLE Staffan, 2014, « Race and History : Comments from an Epistemological Point of View », *Science, Technology and Human Values*, vol. 39, p. 597-606.
MÜLLER-WILLE Staffan et RHEINBERGER Hans-Jörg, 2012, *A Cultural History of Heredity*, Chicago (IL), University of Chicago Press.
OLBY Robert C., 1993, « Constitutional and Hereditary Disorders », *in* William F. BYNUM

et Roy Porter, *Companion Encyclopedia of the History of Medicine*, Londres, Routledge, vol. 1, p. 412-437.
Osterhammel Jürgen, 2009, *Die Verwandlung der Welt. Eine Geschichte des 19. Jahrhunderts*, Munich, Beck.
Parnes Ohad, 2007, « On the Shoulders of Generations : The New Epistemology of Heredity in the Nineteenth Century », *in* Staffan Müller-Wille et Hans-Jörg Rheinberger (dir.), *Heredity Produced : At the Crossroads of Biology, Politics and Culture (1500-1870)*, Cambridge (MA), MIT Press, p. 315-346.
Parnes Ohad, Vedder Ulrike et Willer Stefan, 2008, *Das Konzept der Generation. Eine Wissenschafts- und Kulturgeschichte*, Francfort, Suhrkamp.
Paul Diane B., 1984, « Eugenics and the Left », *Journal of the History of Ideas*, vol. 45, p. 567-590.
– 1995, *Controlling Human Heredity : 1865 to the Present*, Amherst, Prometheus.
Pick Daniel, 1989, *Faces of Degeneration : A European Disorder (ca. 1848-ca. 1918)*, Cambridge, Cambridge University Press.
Porter Theodore M., 1986, *The Rise of Statistical Thinking (1820-1900)*, Princeton, Princeton University Press.
Richardson Angelique, 2003, *Love and Eugenics in the Late Nineteenth Century : Rational Reproduction and the New Woman*, Oxford, Oxford University Press.
Sabean David Warren, Teuscher Simon et Mathieu Jon (dir.), 2007, *Kinship In Europe : Approaches to Long-Term Development (1300-1900)*, New York, Berghahn.
Sarasin Philipp, 2009, *Darwin und Foucault. Genealogie und Geschichte im Zeitalter der Biologie*, Francfort, Suhrkamp.
Schneider William H., 1990, *Quality and Quantity : The Quest for Biological Regeneration in Twentieth-Century France*, Cambridge, Cambridge University Press.
Schweber Libby, 2006, *Disciplining Statistics : Demography and Vital Statistics in France and England (1830-1885)*, Durham (NC), Duke University Press.
Soloway Richard A., 1995, *Demography and Degeneration : Eugenics and the Declining Birthrate in Twentieth-Century Britain*, Chapel Hill (NC), University of North Carolina Press.
Stepan Nancy, 1982, *The Idea of Race in Science : Great Britain (1800-1960)*, Londres, Macmillan.
– 1991, *The Hour of Eugenics : Race, Gender, and Nation in Latin America*, Ithaca (NY), Cornell University Press.
Stocking George W., 1982, *Race, Culture, and Evolution : Essays in the History of Anthropology*, Chicago (IL), University of Chicago Press.
– 1987, *Victorian Anthropology*, Londres, Macmillan.
– (dir.), 1988, *Bones, Bodies, and Behavior : Essays on Biological Anthropology*, Madison (WI), University of Wisconsin Press.
– 1994, « The Turn-of-the-Century Concept of Race », *Modernism / Modernity*, nº 1, p. 4-16.
– 1995, *After Tylor : British Social Anthropology (1888-1951)*, Madison (WI), University of Wisconsin Press.
Stoler Ann Laura, 1995, *Race and the Education of Desire : Foucault's History of Sexuality and the Colonial Order of Things*, Durham (NC), Duke University Press.
Taguieff Pierre-André, 2002, *La Couleur et le sang. Doctrines racistes à la française*, Paris, Mille et une nuits.
Tooker Elisabeth, 1992, « Lewis H. Morgan and His Contemporaries », *American Anthropologist*, vol. 94, p. 357-375.

TYLOR Edward B., 1873, *The Origins of Culture and Religion in Primitive Culture*, New York, Harper, 2 vol.

WALTHER Daniel J., 2013, « Sex, Public Health and Colonial Control : The Campaign against Venereal Diseases in Germany's Overseas Possessions (1884-1914) », *Social History of Medicine*, vol. 26, p. 182-203.

WEINDLING Paul, 1989, *Health, Race and German Politics between National Unification and Nazism (1870-1945)*, Cambridge, Cambridge University Press.

WEINGART Peter, BAYERTZ Kurt et KROLL Jürgen, 1992, *Rasse, Blut und Gene : Geschichte der Eugenik und Rassenhygiene in Deutschland*, Francfort, Suhrkamp.


GEO MORROW

19 L'exploration statistique du social. Administrations, associations savantes et débats publics

LUC BERLIVET

En souvenir d'Alain Desrosières…

La période comprise entre la fin du XVIII[e] siècle et le déclenchement de la Première Guerre mondiale constitue une période charnière dans l'histoire de la statistique, encadrée par deux profondes mutations de ce singulier champ du savoir.

D'origine allemande, le terme de *Statistik* semble n'être apparu qu'en 1749, sous la plume de Gottfried Achenwall (1719-1772), professeur à l'université de Göttingen, bien que le domaine d'étude ait émergé au lendemain de la paix de Westphalie, sous l'impulsion de Veit Ludwig von Seckendorff (1626-1692) et de Hermann Conring (1606-1681)[1]. Il ne constitue alors qu'une des sciences de l'État, au même titre que les *Kameralwissenschaft* et *Polizeiwissenschaft*, mais va également maintenir, très longtemps, des liens étroits avec la géographie naissante. L'ambition du statisticien allemand de l'époque moderne est de rendre compte de la puissance des États à travers la *description* précise de leurs différentes composantes (territoire, population, institutions…) selon un ordre de présentation inspiré de la conception aristotélicienne des quatre causes[2] et en évitant, autant que possible, de recourir aux chiffres, auxquels s'attache un *a priori* d'imprécision, de grossièreté… Il leur préfère une forme narrative réputée permettre une meilleure saisie de la singularité des réalités existantes. Sa position est celle d'un universitaire, sans rôle dans l'administration (même s'il peut, par ailleurs, être introduit à la

1. Garner 2005 (p. 82-85).
2. Cf. Hoock 1977 (p. 477-492) et Zande 2010.

◀ Un représentant de la Société royale de statistique dénombre les personnes traversant le London Bridge au cours d'une journée et atteintes de strabisme. – Caricature de George Morrow parue dans le magazine satirique *Punch* le 30 août 1911.

cour), et c'est bien sous cette modalité académique, disciplinaire, que cette forme de savoir va connaître un premier essor : en Allemagne, où domine l'université de Göttingen, puis (à partir du milieu du XVIII^e siècle) dans l'empire des Habsbourg, à Vienne, Prague et jusque dans les universités italiennes de Lombardie-Vénétie. Ce n'est, finalement, qu'au cours des deux premières décennies du siècle suivant (selon une chronologie variable d'un pays à l'autre) que le terme de « statistique » en vient à désigner un mode de connaissance reposant sur le recours pratiquement exclusif aux dénombrements et autres techniques numériques, sans pour autant se confondre avec « l'arithmétique politique » inventée en Angleterre, dans les années 1660-1670, par John Graunt (1620-1674) et William Petty (1623-1687), avant d'être acclimatée en France, au siècle suivant[1].

La seconde mutation fondamentale, quant à elle, date des années 1880-1900, lorsque les principes du calcul des probabilités, qui s'était développé jusqu'alors de manière largement indépendante (essentiellement autour du « calcul des erreurs » de mesure, astronomiques et autres)[2], furent mobilisés de manière systématique dans ce champ de recherche. Ce n'est qu'à ce moment que « statistique » prit son sens contemporain d'analyse mathématique de tout type de données numériques, qu'elles concernent des phénomènes démographiques, économiques, biologiques ou physiques, alors que, durant toute la période intermédiaire, son champ d'intervention était demeuré implicitement limité à l'étude des « faits sociaux ». Plus encore que ceux des sociologues (longtemps monopolisés par des constructions essentiellement théoriques) ou des anthropologues, les travaux des statisticiens constituèrent ainsi pendant près d'un siècle le principal vecteur d'institution du « social ». Non seulement leurs catégories s'imposèrent comme autant de schèmes de vision et de division des sociétés humaines, mais les « régularités statistiques » qu'ils mettaient au jour dans des domaines extrêmement différents – les fameuses « lois des grands nombres[3] » – tendaient à accréditer l'existence d'un ordre sous-jacent au chaos apparent des événements singuliers. L'essor de leurs styles de pensée et de leurs techniques numériques ne se limita d'ailleurs pas aux confins du monde occidental ; il s'étendit graduellement, non seulement du fait de l'expansion coloniale, mais également en raison de l'appropriation dont ces techniques firent l'objet par les élites des

1. Voir Martin 2006 et Brian 1994.
2. Porter 1986 (en particulier p. 3-5 et 11-12).
3. Le terme, introduit par Siméon Denis Poisson (1781-1840) en 1835 lors d'une intervention à l'Académie des sciences et analysé plus avant dans ses *Recherches sur la probabilité des jugements en matière criminelle et en matière civile* (Poisson 1837, p. 7-8, *passim*), fit l'objet de gloses innombrables.

nouveaux États d'Amérique du Sud et d'Asie orientale, dans la seconde moitié du XIXe siècle.

Indéniablement, la production de chiffres et leur discussion prirent à chaque fois une forme spécifique en fonction du contexte local. Néanmoins, tout au long de ce siècle, de Paris à Tokyo et de Berlin à Buenos Aires ou Londres, les innovations virent le jour dans une large mesure en dehors du monde académique. De fait, la statistique déborda, si l'on peut dire, du cadre « disciplinaire » qui avait été le sien au sein des universités allemandes et habsbourgeoises durant un siècle et demi[1] et se développa dans une configuration multipolaire peuplée de bureaux administratifs, de sociétés savantes, de philanthropes et de quelques universitaires travaillant souvent en marge de leur discipline de rattachement. Le statisticien est bien un être « multipositionnel », circulant entre différents mondes sociaux, qu'il met ainsi en relation.

Pour cette raison, plutôt que de focaliser notre propos sur les travaux de quelques grands noms (au risque de les décontextualiser), nous nous efforcerons de reconstruire les configurations sociopolitiques ayant présidé à l'essor et aux transformations de la statistique, tout au long du XIXe siècle. Après avoir présenté les conditions d'émergence d'institutions administratives spécialisées, en Europe et sur d'autres continents, nous détaillerons le rôle essentiel joué par les « sociétés de statistique ». L'on analysera ensuite les motivations de ceux qui, dans le monde savant, s'opposèrent au mode de raisonnement des statisticiens, avant d'achever cette présentation (nécessairement succincte) d'un champ de recherche extrêmement diversifié en s'arrêtant sur l'apparition de la « statistique inférentielle ».

L'institution d'une infrastructure statistique

Dans un article demeuré fameux, Ian Hacking identifiait le moment fondateur de la statistique numérique dans l'« avalanche de chiffres imprimés[2] » qui déferla sur l'Europe continentale entre 1820 et 1840.

1. Hacking 1987 a qualifié cette période de « presque prédisciplinaire » (p. 50), introduisant implicitement une césure dans la généalogie de la « statistique » entre ses âges « littéraire » et « numérique », qui se justifie à certains égards, mais présente l'inconvénient majeur d'oblitérer purement et simplement la réalité historique du premier de ces deux styles de pensée.
2. Hacking 1982 ; le philosophe y discute la chronologie d'une période (« l'ère de l'enthousiasme » chère à Westergaard 1932) marquée par la création de très nombreux journaux statistiques et la publication d'un flux croissant d'ouvrages prétendant rendre compte par les chiffres d'une variété toujours plus étendue d'activités humaines.

Héritage institutionnel d'un réformisme administratif promu au son du canon par Napoléon et ses alliés, les « bureaux de statistique » institués à partir du début du XIXe siècle[1] se voyaient ainsi reconnaître une place centrale dans l'émergence de l'État moderne. Observatoire privilégié des dynamiques affectant la « population », l'officine statistique était même présentée comme la clé de voûte de la « biopolitique » naissante[2]. Hacking répondit lui-même à la première objection envisageable à sa thèse : l'organisation, certes sporadique, de recensements de populations dès la seconde moitié du XVIIe siècle au Québec[3] et l'existence d'institutions statistiques prérévolutionnaires, en particulier le Tabellverket suédois (établi en 1749), en soulignant leur caractère religieux (les états civils étaient tenus par des clercs), auquel il opposa le fondement séculier des pratiques et institutions apparues dans le sillage des guerres napoléoniennes[4]. Reste que ce récit épique d'un déferlement irrésistible, porté par les idéaux révolutionnaires et les armées de l'Empire, fait peu de cas des balbutiements qui caractérisèrent le fonctionnement de ces bureaux durant leurs premières années, ou même décennies, d'existence[5]. En outre, comme dans nombre d'histoires des statistiques, Hacking focalisait entièrement l'attention sur l'État (essentiellement national) européen, au détriment des autres échelles d'analyse (infra- et supranationales) et de l'étude de l'appropriation de ces pratiques nouvelles hors d'Europe.

La fragilité persistante, tant institutionnelle que scientifique, d'une

1. Cette phase de création institutionnelle est caractérisée par la fréquente redéfinition des frontières politiques et l'apparition de nouvelles entités étatiques, consécutives aux guerres napoléoniennes et au congrès de Vienne.
2. Cf. Foucault 1994 [1982] (p. 826) : « L'État doit avant tout veiller sur les hommes en tant que population. Il exerce son pouvoir sur les êtres vivants en tant qu'êtres vivants, et sa politique est, en conséquence, nécessairement une biopolitique. » Sur l'élaboration de la notion de « population » par les statisticiens, voir par exemple le cas d'Alfred Legoyt (alors directeur de la Statistique générale de la France) analysé par Schweber 2006 (p. 68-70).
3. Hacking 1982 (p. 289) cite le recensement intégral des 3215 colons de la Nouvelle France, en février-mars 1666, auquel on pourrait ajouter les dénombrements de population (partiels ou intégraux) effectués en Norvège et en Suède à la même époque.
4. « Ces nombres séculiers constituent une innovation française, un héritage bonapartiste sans aucun doute » (*ibid.*, p. 286). Plus loin, Hacking souligne encore plus clairement le lien implicite qu'il établit entre sécularisme et scientificité, lorsqu'il affirme que la Suède ne sut longtemps que faire des chiffres accumulés année après année par ses pasteurs, les qualifiant même de « diamants fortuits » (*ibid.*, p. 288). Cette vision d'une « modernité » anti- ou a-religieuse opposée à une période prémoderne nécessairement a-scientifique est évidemment très discutable.
5. Dans quelques cas, l'institutionnalisation d'un dispositif de statistique publique fut extrêmement lente. L'histoire du Census Office des États-Unis relève même du paradoxe : alors que le recensement constitue une technologie administrative essentielle dans le dispositif de représentation politique fédéral américain depuis l'indépendance, des résistances retardèrent son institutionnalisation jusqu'au début du XXe siècle. Jusqu'à cette date, le service était simplement « mis sous cloche » (*mothballed*) durant les intervalles décennaux séparant les recensements (Anderson 1988, p. 72).

grande partie des bureaux établis à partir du début du siècle est pourtant patente. Au plan administratif, elle est notamment perceptible dans les nombreuses réorganisations qui affectèrent les services de statistique au cours du XIXe siècle, traduisant la difficulté des gouvernants à inscrire cette activité nouvelle au sein d'un dispositif étatique en pleine expansion. L'exemple français constitue ici un cas limite : créé le 1er frimaire an IX (22 novembre 1800) par Jean-Antoine Chaptal (1756-1832), célèbre chimiste fraîchement nommé ministre de l'Intérieur, le Bureau de statistique fut réorganisé à plusieurs reprises et se développa peu à peu (allant jusqu'à compter une douzaine de fonctionnaires en 1808), avant que son incapacité à satisfaire la demande de Napoléon de produire une statistique exhaustive de l'industrie française par type de manufacture n'entraîne sa disparition, en septembre 1812[1]. Ses différentes tâches (étude des mouvements de la population à partir de l'état civil, analyse critique des informations fournies par la correspondance des préfets, leurs comptes annuels et les procès-verbaux des conseils généraux, etc.) furent alors réparties entre divers bureaux. Et si, sous la Restauration, un nombre croissant d'autres ministères (du Commerce à la Justice) entreprirent de recueillir et de publier des informations chiffrées sur le domaine de leur ressort, il fallut attendre 1840 pour que soit officiellement institué, au sein du ministère de l'Agriculture et du Commerce, un Bureau de la statistique générale de la France[2]. Par contraste, l'histoire du Bureau prussien de statistique (Königlich Preußische Statistische Bureau), créé en 1805, est caractérisée par une parfaite continuité administrative. Cette remarquable stabilité institutionnelle tend cependant à masquer l'importance des débats qui se développèrent en son sein, concernant aussi bien les relations qu'il convenait d'établir avec les autres services de l'État, d'une part, et les universitaires allemands, de l'autre, que les options méthodologiques les mieux à même de garantir l'« exactitude » des chiffres produits[3]. Déclenchées par la crise de la statistique universitaire allemande du début du siècle[4], ces discussions souvent très vives perdurèrent durant plusieurs décennies. Au plan des méthodes, les controverses se cristallisèrent longtemps autour de la question du recours à une

1. Pour plus de précisions, on se reportera aux analyses très détaillées de Moullier 2004 (chap. 6).
2. Cette création marquait l'aboutissement d'un effort engagé, en 1833, par Alexandre Moreau de Jonnès (1778-1870), avec l'appui d'Adolphe Thiers (ministre de l'Intérieur), pour regrouper une série de travaux statistiques menés dans différentes administrations (statistiques relatives à la population du royaume aussi bien qu'à l'industrie, l'agriculture, etc.). Le service fut successivement rattaché à divers ministères, avant d'être intégré, en 1941, au Service national de statistiques, nouvellement créé ; cf. Le Mée 1975.
3. Voir Labbé 2006.
4. Garner 2005 (p. 262-275).

TABLE F.

Of the Relative Mortality in different parts of the Metropolis; exhibiting the Mean Annual Mortality of Females in the Thirty-two Metropolitan Districts, 1st July to 31st December, 1837. (The Deaths in the Hospitals are excluded.)

Unions.	Annual Deaths per cent.	Unions.	Annual Deaths per cent.	Unions.	Annual Deaths per cent.
1. Whitechapel .	3·908	*11. St. Saviour . St. Olave .	2·790	21. Kensington .	2·190
2. Shoreditch . .	3.164	12. Clerkenwell .	2·756	22. St. James . .	2·154
3. St. Giles . . .	3·127	13. St. George, Southwark .	2·700	23. St. Marylebone .	2·137
4. Bethnal Green	3·054			24. Islington . .	2·130
5. Bermondsey .	3·046	14. Greenwich .	2·662	25. St. Pancras .	2·035
*6. East London West London	3·014	15. Strand . . .	2·494	26. Lambeth . .	1·994
7. St. George, East . . .	2·970	16. Poplar . . .	2·452	27. London (City)† . .	1·980
		17. Westminster.	2·445		
8. St. Luke. . .	2.958	18. Stepney . .	2·428	28. Camberwell .	1·814
9. Holborn . . .	2·880	19. St. Martin-in-the-Fields	2·271	29. Hackney . .	1·814
10. Rotherhithe .	2·838	20. Newington .	2·264	30. St. George, Hanover-square . . .	1·785
Mean . .	3.096	Mean . .	2·526	Mean . .	2·003

The Table is read thus:—out of 100 females living, 3·908 die annually in Whitechapel; or, without decimals, 3·908 die annually out of a population of 100,000.

L'inquiétante abstraction des catégories statistiques. Ce tableau, publié dans le *First Annual Report of the Registrar-General of Births, Deaths, and Marriages in England*, Londres, Longman, 1839, p. 112, confère une réalité visuelle à la notion éminemment moderne de « mortalité relative ».

technologie graphique apparemment rudimentaire, qui induit néanmoins des effets cognitifs majeurs : le tableau numérique à double entrée. De nombreux universitaires et fonctionnaires attachés au style de raisonnement « narratif » de la tradition statistique allemande et autrichienne critiquèrent cette *Tabellenstatistik* (statistique tabellaire ou tabulaire), l'accusant de propager une vision aussi réductrice qu'abstraite des

phénomènes et de prêter trop facilement le flanc à la manipulation de la réalité[1].

Loin d'être confiné à l'espace germanophone, ce débat traversa en fait toute la statistique européenne, comme en attestent, dans le cas français, les divergences apparues, sous l'Empire, entre Jacques Peuchet (1758-1830) et Emmanuel-Étienne Duvillard (1755-1832) concernant « la manière d'écrire la statistique[2] ». Et ces discussions sur le mode d'objectivation le plus légitime des réalités étatiques prirent bientôt une importance inédite, dans le contexte des transformations politiques qui ponctuèrent le cours du XIXe siècle, en Europe et au-delà.

L'internationalisation de la statistique

Le rôle de la statistique dans les opérations, tant matérielles qu'intellectuelles, qui conférèrent une réalité politique à des entités issues du démembrement d'États préexistants, telles la Belgique et la Hollande, ou de processus d'unification de long terme, comme l'Italie ou l'Allemagne, est désormais bien connu[3]. De même, on sait combien les méthodes statistiques adoptées (les principes d'agrégation autant que les techniques de visualisation des éléments empiriques recueillis) influèrent sur la manière de représenter la diversité interne des entités multinationales, qualifiée alternativement de linguistique, ethnique, etc., selon le principe de classification adopté[4]. En revanche, la statistique coloniale n'a guère retenu l'attention des historiens, en dépit du fait que l'institutionnalisation d'une statistique publique dans les États européens est contemporaine de leur expansion outre-mer[5]. De même, l'intérêt pour les situations extra-européennes ne s'est développé que récemment, en particulier à travers l'étude des pays latino-américains, d'une part, et asiatiques, de l'autre.

1. Labbé 2006 et 2008*b* (p. 23). Johann Peter Süßmilch (1707-1767) puis Anton Friedrisch Büsching (1724-1793) avaient certes déjà eu recours (un siècle plus tôt) aux tableaux à double entrée, mais leur usage prit une importance inédite du fait de l'évolution du rôle de l'État et des transformations socio-économiques en cours.
2. Peuchet 1805 (p. 30) et Duvillard 1977 [1806]. Pour une analyse de ces deux styles de pensée, Desrosières 1993 (p. 48-53). Sur Duvillard, savant d'origine genevoise dont les tables de mortalité furent utilisées jusqu'à la fin du siècle, voir également Dell'Aglio et Israel 2010.
3. Sur les cas hollandais et italien, voir respectivement : Maarseveen, Klep et Stamhuis 2008, Patriarca 1996.
4. Sur l'expérience austro-hongroise, cf. Török 2011et 2012, et sur l'espace allemand, Labbé 2007.
5. Bayly 2012 (p. 105-127 et 194-196) a néanmoins analysé la manière dont certains intellectuels libéraux indiens vont puiser dans la lecture critique des statistiques britanniques (parfois complétée par un travail d'enquête sociale spécifique) des éléments empiriques propres à nourrir leur dénonciation de l'exploitation coloniale (cf. *infra*).

Dans les pays d'Amérique centrale et méridionale, l'essor de la statistique est à analyser dans le cadre du processus d'affirmation nationale contre les puissances impériales espagnoles et portugaises et les ingérences britanniques, voire françaises. L'établissement et la stabilisation d'un dispositif de recueil et de publication d'informations fiables sur la population et les réalités socio-économiques de ces pays furent rendus plus ardus par les nombreuses guerres civiles qui suivirent les indépendances[1], alors même que le poids des idéaux fédéralistes dans cette région (de nombreux pays adoptèrent d'ailleurs une constitution fédérale) rendait particulièrement désirable la réalisation périodique de recensements, à des fins de représentation politique des différents États ou provinces. Hernán Otero a bien analysé les enjeux liés à l'institutionnalisation progressive d'une statistique nationale argentine dans la seconde moitié du XIXe siècle, sur fond de rivalité entre les élites de Buenos Aires et celles des « provinces de l'intérieur[2] ». L'intérêt de son travail dépasse le seul cas de figure argentin en ce qu'il éclaire le rôle primordial de la statistique publique dans l'objectivation des sociétés créoles sud-américaines, en particulier dans les débats sur le poids des différentes composantes « ethniques » (variables d'un pays à l'autre)[3].

Un second champ de recherche concerne l'appropriation de la statistique occidentale dans les pays asiatiques au cours des dernières décennies du XIXe siècle, dans un contexte plus large de mobilisation, par les élites politiques de ces pays, de savoirs occidentaux concernant le monde naturel aussi bien que le gouvernement des hommes. Le processus prit une dimension singulière du fait des profondes différences entre les cultures scientifiques et politiques en présence, au point de constituer un fascinant cas d'école pour l'étude des médiations savantes et du rôle spécifique des *go-betweens*[4]. Il commença au Japon, avant même le début de la restauration Meiji (*Meiji Ishin*) de 1868, lorsque des membres du *Bansho shirabesho* (littéralement Centre, ou Institut, d'étude des écrits

1. Ce fut particulièrement le cas en Colombie, comme l'illustre Estrada 2013.
2. Otero 2007 (en particulier p. 177-191). La fondation de l'Oficina Estadística Nacional, en 1864, fit confluer deux traditions statistiques initialement antagoniques : celle des bureaux et académies de la province de Buenos Aires et celle de la Confédération argentine, qui s'était dotée d'une Central Estadística dès 1855.
3. *Ibid.* (p. 351-364). La statistique de la population argentine croise ainsi des catégories relatives à l'origine des personnes (l'*español europeo* est distingué de l'*americano* ou *criollo*) et à leur « origine ethnique ou de caste » (p. 175), objectivée au moyen de très nombreuses catégories : *indio*, *mestizo* / *mulato*, *negro*, *zambo*, *pardo*…
4. Schaffer, Roberts, Raj et Delbourgo 2009 : « Le *go-between*, entendu en ce sens, n'est donc pas simplement un passant, ou un simple agent de diffusion culturelle, mais quelqu'un à même de tisser des liens entre des mondes ou des cultures disparates, grâce à ses talents de traducteur » (p. XIV).

barbares) – seule institution autorisée à étudier les ouvrages « barbares », essentiellement hollandais, et à traduire certains d'entre eux, durant l'ère d'Edo – se prirent d'intérêt pour des annuaires statistiques hollandais[1]. Les potentialités inédites dont était porteuse cette littérature attirèrent ensuite l'attention croissante des élites politiques, à mesure que l'« ouverture » du pays conduisait à l'institution d'une bureaucratie étatique de type européen. Plusieurs universitaires hollandais et allemands inspirèrent, par leurs écrits ou leurs enseignements, ce mouvement de traduction des principes et méthodes d'une statistique elle-même récente. Ce fut notamment le cas de Paul Mayet (1846-1920), économiste d'origine berlinoise que sa passion pour le Japon avait conduit à devenir lecteur d'allemand à l'université de Tokyo, puis expert étranger auprès du ministère des Finances (de 1876 à 1893)[2] ; et de Georg von Mayr (1841-1925), statisticien et enseignant à l'université de Munich auprès de qui vinrent se former des étudiants japonais[3]. C'est cependant autour d'un *go-between* japonais, Sugi Kôji (1828-1917), que s'organisa durablement la statistique publique nippone. Ancien membre du *Bansho shirabesho*, initié aux sciences administratives européennes à travers la lecture de traités hollandais, Sugi tira parti de sa nomination au *Dajôkan seiin seihyôka* (le Grand Conseil d'État), en 1871, pour développer une Section de statistique dont l'essor fut tel qu'il justifia sa transformation en un Institut (*Tôkeiin*), onze ans plus tard[4]. Cette histoire de médiation scientifique (autant que politique) entre Europe et Asie prit bientôt un tour singulier, lorsque la première génération de statisticiens japonais, qui venait tout juste d'« acclimater » dans l'archipel des méthodes apprises des Hollandais, des Allemands, voire des Français[5], fut à son tour prise pour modèle par un groupe de réformateurs chinois. La défaite de son pays face aux armées nippones, en 1895, avait en effet conduit une partie de l'élite mandarinale à prôner une transformation profonde du gouvernement impérial. Désireux d'émuler le processus de « modernisation » japonais, ils entreprirent à leur tour de mettre en place une véritable statistique publique :

> Un décret impérial d'août 1907 institua un Bureau de statistique (*Tongji ju*), suivi deux mois plus tard par la création de Bureaux de statistique dans

1. Sur l'essor de la statistique japonaise, cf. Thomann 2012 (p. 60-73), ainsi que [Anonyme] 1919.
2. Tennstedt 1990 et Thomann 2012 (p. 62).
3. Bréard 2006 (p. 13-14).
4. Thomann 2012 (p. 61) insiste sur l'importance de cette institution, qui ne comptait pas moins de neuf sections. Sur Sugi, cf. également Ayami 2009 (chap. 19) ; un de ses « alliés », Nishi Amane, avait étudié les sciences de l'État à l'université de Leyde, à partir de 1863 ; Bréard 2006 (p. 2).
5. En 1874, un étudiant en droit dénommé Mitsukuri Rinshō traduisit les *Éléments de statistique* d'Alexandre Moreau de Jonnès (1847) ; *ibid.* (p. 13).

chacun des ministères de la capitale (*Tongji chu*) et de Bureaux d'information (*Diaocha ju*) au niveau de chaque province[1].

Ce processus de transmission indirecte (*two-step flow*), déjà singulier, prit une dimension inédite lorsque certains savants / lettrés chinois développèrent l'idée selon laquelle les fondements mathématiques de cette discipline prétendument nouvelle avaient en réalité été établis par leurs prédécesseurs, plusieurs siècles plus tôt. S'il lui ôta en partie son attrait de nouveauté, cette « stratégie de légitimation consistant à invoquer l'autorité d'un passé autochtone (*native past*)[2] » facilita également l'importation des méthodes statistiques.

Ainsi, en l'espace d'un siècle environ, une forme institutionnelle – le « Bureau de statistique » –, née dans les circonstances spécifiques de l'Europe napoléonienne et de la Restauration, fut peu à peu acclimatée à des configurations administratives et politiques extrêmement différentes. Malheureusement, ce succès indéniable a souvent eu pour conséquence de focaliser entièrement l'attention sur la dimension « étatique » de la statistique administrative, au détriment des autres échelles pertinentes : le niveau local, municipal en particulier, qui connut un essor parallèle dans la seconde moitié du XIX^e^ siècle, avec la transformation du gouvernement des villes[3] ; et la configuration internationale, qui prit pourtant forme dès 1853, avec l'organisation du premier Congrès international de statistique, à l'instigation du Belge Adolphe Quetelet (1796-1874), puis la création à La Haye, en 1885, de l'Institut international de statistique[4]. Surtout, au-delà même de cette imbrication des échelles d'analyse, l'erreur serait de penser que le monde de la statistique demeurait confiné aux bureaux administratifs.

1. *Ibid.* (p. 7).
2. *Ibid.* (p. 3). Ce ne fut certes pas le premier débat sur une éventuelle préséance chinoise dans l'histoire de tel ou tel domaine des mathématiques, ou d'autres champs du savoir. Cependant, celui-ci prit une importance particulière du fait de ses enjeux administratifs et politiques. Bréard cite, par exemple, un mémoire (de mars 1909) rédigé par la Commission chargée d'établir les règles préalables à l'établissement d'un Gouvernement constitutionnel (*Xianzheng biancha guan*), insistant sur le fait que si, « dans les temps anciens, il n'existait pas de terme pour "statistique" [en chinois], il existait des méthodes statistiques » (*ibid.*). Ils ne faisaient finalement que suivre un principe énoncé plusieurs années auparavant selon lequel l'essentiel était de conserver le caractère chinois des « principes essentiels » (*ti*) du savoir, les savoirs occidentaux devant être strictement cantonnés au rang de « savoirs appliqués » (*yong*) (*ibid.*, p. 4-5).
3. Sur l'articulation des niveaux national et local dans l'essor de la statistique, cf. Favero 2001. La direction de la Commission puis du Service de statistique de la ville de Paris va permettre à Louis-Adolphe Bertillon, puis à son fils Jacques, d'acquérir une renommée mondiale (sur ce service, voir Fijalkow 1998, p. 57 *sq.*).
4. Pour une analyse de l'internationalisation de la statistique, voir Brian 2002.

La vie sociale des statistiques : sociétés savantes et débat public

Aussi important qu'ait pu être son rôle, le réseau de services (nationaux et locaux) chargés, en Scandinavie comme au Japon ou aux Amériques, de recueillir ou de produire eux-mêmes des chiffres relatifs aux mouvements des populations aussi bien qu'à l'activité économique, ne constituait qu'un des pôles (certes essentiel) autour desquels s'organisa le monde social de la statistique, dans le deuxième tiers du XIX^e siècle. C'est le caractère protéiforme, fluide, ubiquitaire d'une pratique promue par des « acteurs multipositionnels », circulant entre administrations, sociétés savantes, maisons de commerce ou d'industrie, compagnies d'assurances[1], etc., qui contribua dans une large mesure à son essor, en même temps qu'il en fit une activité composite, au statut quelque peu indéterminé.

À partir des années 1830, un second réseau institutionnel composé de sociétés savantes partiellement ou exclusivement dédiées à la statistique se constitua en Europe de l'Ouest. Fondées sur une base locale, certaines de ces organisations en vinrent à structurer durablement les débats sur l'usage légitime des chiffres au sein de leur espace national et une poignée d'entre elles s'imposèrent même comme des pôles d'innovation reconnus internationalement. En Grande-Bretagne, cette dimension associative prit une importance singulière. La création d'une « Statistical Section » (qui prendra le nom de « Section F ») au sein de la British Association for the Advancement of Science, en 1833 (soit deux ans seulement après sa fondation), fut suivie par la constitution, la même année, de la Manchester Statistical Society, bientôt imitée à Londres (1834), Glasgow et Bristol (1836), Liverpool (1837), Leeds et Belfast (1838)[2]. Dans ce contexte, la création de la Statistical Society of London eut un retentissement particulier, du fait du statut social et politique de ses fondateurs[3], dont le projet était clairement énoncé dans leur document *princeps* :

1. Sur le rôle spécifique des actuaires dans l'essor de la statistique, voir l'étude approfondie du cas britannique (emblématique) par Alborn 2009.
2. Statistical Society of London 1838, *passim*. Cette dernière prit d'emblée le nom de Statistical Society of Ulster. Sur les ressorts de cette dynamique, cf. Eyler 1979 (p. 13). Par contraste, il faut attendre 1860 pour qu'une Société statistique s'établisse durablement à Paris (la première tentative datait de 1803) ; cf. Armatte et Desrosières 2010.
3. Cullen 1975 (p. 77-83). Une London Statistical Society avait été fondée, vers 1824, par quelques artisans (regroupés autour de John Powell) dans le but d'illustrer la détérioration des conditions de vie des travailleurs ; cf. Goldman 2005 (p. 100). Au titre des prédécesseurs, il est également parfois fait mention d'une Statistischen Vereins fondée à Dresde en 1831, bien que cette organisation agissant sur « mandat » du roi de Saxe et grâce aux moyens (financiers et humains) de l'État n'eût d'association que le nom ; cf. Statistischen Vereins für das Königreich Sachsen 1833 (p. 15).

> La Société londonienne de statistique a été créée dans le but de collecter, mettre en forme et publier « des faits mesurés (*calculated*) afin d'illustrer la situation présente et future de la société ». La première et la plus importante des règles qu'elle s'est données consiste à exclure soigneusement toute opinion de ses débats et de ses publications, en restreignant son domaine aux seuls faits et, dans la mesure du possible, aux faits susceptibles d'être exprimés sous forme numérique et représentés au moyen de tableaux[1].

D'emblée, l'activité de cette association fut organisée autour de quatre grandes catégories de statistiques, selon une division qui informa à son tour les débats publics :

– économiques, comprenant les informations sur l'ensemble des types de production, ainsi que sur « la répartition des richesses » ;

– politiques, qui incluaient l'évaluation des dépenses publiques et de l'activité des institutions civiles et militaires ;

– médicales, entendues *lato sensu*, au point d'intégrer tout ce qui concernait « le grand sujet de la population » ;

– morales et intellectuelles, recouvrant tout ce qui avait trait à l'éducation, à la religion et aux crimes.

D'emblée, les sociétés savantes jouèrent un rôle de socialisation à la statistique qui prit une importance cruciale dans le cas londonien : les chefs de bureau de diverses administrations y côtoyaient des réformateurs sociaux et des marchands, des médecins attentifs aux questions d'hygiène et des universitaires. Les lectures, conférences et présentations étaient ouvertes au public et les débats qui s'y développèrent conférèrent également une publicité inédite au style de pensée statistique, que le *Journal* de la société londonienne, fondé en 1838, contribua ensuite à populariser dans le monde entier[2]. Instruments indispensables à la préparation de ces publications, les bibliothèques des sociétés de statistique constituèrent le lieu physique où s'opéra en pratique cette « accumulation des faits » figurant en bonne place parmi leurs objectifs : cinquante ans après sa fondation, celle de Londres comptait déjà près de 20 000 volumes

1. Cf. « Prospectus of the Objects and Plans of the Statistical Society of London, Founded on the 15th of March 1834 », *in* British Association for the Advancement of Science 1834 (p. 492). La création de l'association est contemporaine de l'essor de la statistique publique britannique : le bureau spécialisé du Board of Trade fut créé en 1832, le General Register Office en 1836-1837 et la publication (en 1834, également) du rapport de la Poor Law Commission, dont Edwin Chadwick était secrétaire, constitua un jalon dans la production de statistiques sanitaires. La Charte royale qui en fit la Royal Statistical Society fut émise en 1887.

2. Sa parution avait été précédée par la publication de onze fascicules de *Proceedings* et un volume de *Transactions of the Statistical Society of London*, couvrant les activités des quatre premières années (Rosenbaum 2001).

consacrés aux statistiques les plus diverses, en provenance des quatre coins de l'Empire, de l'Europe et des Amériques[1].

Cependant, loin de se contenter de recueillir, de mettre en forme et de porter à l'attention de leurs contemporains des chiffres produits par des bureaux publics ou privés, les associations britanniques contribuèrent également à l'organisation d'enquêtes : déjà en 1839, des études sur les conditions de vie des classes laborieuses étaient en cours à Manchester, Belfast, Bristol, Liverpool, Hull, Londres et dans plusieurs paroisses rurales, du nord au sud de l'Angleterre[2]. Cinquante ans plus tard, les travaux de Charles Booth (1840-1916) conférèrent une actualité nouvelle à cette tradition, tout en induisant un changement d'échelle considérable[3]. La réalisation de cette longue série de *surveys* conçue et mise en œuvre par le philanthrope depuis les bureaux de la Statistical Society (dont il fut le président de 1892 à 1894) mobilisa une équipe d'enquêteurs rémunérés presque entièrement sur ses fonds propres, chargée de recueillir directement dans les différents quartiers de Londres (souvent par entretien) des informations sur les conditions de vie des habitants, leurs activités économiques et leurs pratiques religieuses[4]. Bien que ses méthodes d'investigation aient souvent été critiquées par ses contemporains, le travail de Booth était porteur d'innovations majeures, notamment en matière de représentation spatiale des « faits statistiques » : chacun des 17 volumes publiés entre 1889 et 1903 était ainsi accompagné de cartes en couleur. Les plus célèbres d'entre elles donnaient à voir le différentiel de richesse entre les différents quartiers de la ville, dont les rues avaient été classées en sept catégories (en fonction du statut économique et social de leurs habitants), représentées chacune par une couleur[5] : noir pour les zones peuplées par « les plus basses classes » (qualifiées de *vicious*, *semi-criminal*) ; bleu foncé pour les « très pauvres » ; bleu clair pour les familles pauvres (définies comme disposant d'un revenu hebdomadaire compris entre 18 et 21 shillings) ; mauve pour les populations mélangées (composées de personnes dont « certaines [sont] à l'aise, d'autres pauvres ») ; rose signifiant « assez à l'aise » ; rouge désignant les « classes

1. Cf. Royal Statistical Society 1884 (p. 1). Comme dans bien d'autres espaces savants, l'échange réciproque de journaux, catalogues et autres volumes contribua à l'émergence, dans le dernier tiers du XIXe siècle, du réseau international des sociétés de statistique.
2. Statistical Society of London 1838 (p. 118).
3. Booth 1889 : ce volume inaugural était dédié aux quartiers de l'East End.
4. Pour la seule période 1886-1891, l'équipe reconstruisit les conditions de vie de chaque foyer dans un total de 13 600 rues (Englander et O'Day 1993, p. 44, et, pour une présentation générale de cette tradition d'enquête, *id.* 1995, Yeo 2003).
5. Ces *poverty maps* sont consultables sur le site des « Charles Booth Online Archives », < http://booth.lse.ac.uk/> (consulté le 15 avril 2013).

moyennes » (les *well-to-do*) ; et enfin jaune pour les « classes moyennes supérieures et les classes supérieures ». Un autre aspect intéressant de l'histoire de ces *surveys* est de mettre au jour les enjeux de genre qui traversaient le monde des statisticiens. Dès le milieu du siècle, l'idée selon laquelle il était préférable de confier le recueil des informations auprès des populations enquêtées à des femmes, jugées mieux à même de pénétrer l'intimité des communautés locales (en particulier celle des classes laborieuses), s'était imposée, sans qu'elle soit toujours mise en application. Pour autant, le rôle joué par Beatrice Potter (1858-1943 ; elle épousera Sidney Webb en 1892), Clara Collet (1860-1948) et d'autres réformatrices sociales dans de nombreuses enquêtes britanniques (dont celle de Booth) ou américaines (les études menées par la communauté féminine de *Hull-House*, à Chicago, sont demeurées célèbres) témoigne de ce que ces femmes engagées contribuèrent également à l'élaboration de catégories statistiques et de schèmes de perception du monde social qui informèrent durablement les débats sur les origines et conséquences de la pauvreté[1].

Car, en dépit des réassurances récurrentes reproduites dans les déclarations de principe des statisticiens, distinguer les « faits » des « opinions politiques » n'avait souvent rien d'évident. De sorte que la production et l'analyse de chiffres réputés rendre compte des activités humaines comptaient parmi les pratiques savantes les plus directement politiques du XIX^e^ siècle.

Réticences et objections : critiques de la statistique

Le soupçon que toutes ces méthodes numériques, en dépit de leurs prétentions scientifiques, ne constituaient guère qu'une rationalisation plus ou moins consciente de partis pris politiques s'alimentait du constat (régulièrement vérifié) que les chiffres produits par les bureaux administratifs, les sociétés savantes ou des enquêteurs isolés étaient susceptibles d'appropriations multiples. Historiquement, l'essor de l'intérêt pour la statistique économique est intimement lié aux débats sur le « laisser-faire », les thèses libérales sur le libre-échange, etc. Puis, à partir des années 1840, les statistiques sanitaires relatives à l'espérance de vie et l'étude des conditions d'existence des classes laborieuses constituèrent un point d'appui essentiel des partisans de la réforme sociale. Enfin,

1. O'Day 1995 ; sur la communauté fondée par Jane Adams et Ellen Gates Starr, voir Sklar 1991.

dans certains contextes coloniaux, des élites intellectuelles se saisirent des chiffres produits par l'administration locale et/ou métropolitaine pour quantifier l'ampleur du « détournement de richesses » (*drain of wealth*) dont leur société était victime. Christopher Bayly[1] retrace ainsi l'émergence, vers 1830, parmi les libéraux de Bombay regroupés autour de Balshastri Jambhekar (1812-1946), d'une stratégie explicite visant à retourner la statistique officielle britannique contre la politique de l'India Office, que Dadabhai Naoroji (1825-1917) et Romesh Dutt (1848-1909) systématiseront une trentaine d'années plus tard.

Face au soupçon de politisation, la même stratégie rhétorique fut régulièrement mobilisée par les promoteurs de l'étude numérique des faits sociaux, dans des contextes nationaux et des périodes historiques variés : tracer une frontière entre l'observation des faits et l'étude des « causes » des phénomènes mis au jour, abandonnée à d'autres champs du savoir, en particulier à l'économie politique[2]. Le distinguo était cependant d'autant plus difficile à maintenir qu'indépendamment de leurs inclinations politiques contrastées, les statisticiens nourrissaient le plus souvent de hautes ambitions, à l'instar du Belge Adolphe Quetelet déclarant vouloir poser les bases d'une véritable « physique sociale[3] ». La place centrale occupée par ce dernier dans les débats statistiques, jusqu'aux années 1870 au moins, s'explique ainsi par l'attrait extraordinaire exercé par son travail d'analyse et de formalisation de la « moyenne », outil apparemment simple, mais qui recelait, aux yeux de ses nombreux admirateurs de par le monde, le pouvoir extraordinaire de révéler certaines caractéristiques de la vie sociale invisibles « à l'œil nu ». L'acte décisif et fondateur de cet astronome rompu au calcul des erreurs de mesure de position des astres consista à établir une équivalence épistémique entre la moyenne des mesures (nécessairement imparfaites) d'un objet physique effectuées par différents observateurs, ou à différents moments dans

1. Bayly 2012 parle à leur propos de *statistical liberalism* (cf. en particulier p. 121-127 et 194-196).

2. La distinction, énoncée avec force dès l'introduction au premier numéro du *Journal of the Statistical Society of London* (Statistical Society of London 1838, p. 1), est souvent mobilisée par les économistes politiques eux-mêmes, pour différencier ce qui, dans leurs travaux, relève de la statistique ou de l'économie. Sous le Second Empire, Joseph Garnier (1813-1881) va ainsi reprendre à son compte l'opposition établie par Jean-Baptiste Say (1767-1832) entre « sciences descriptives » – « qui consistent à nommer et à classer les choses » – et « sciences expérimentales » – « qui nous font connaître les actions réciproques que les choses exercent les unes sur les autres » (Schweber 2006, p. 40-41). Patriarca 1996 (p. 186-187) cite les thèses similaires de Gerolamo Boccardo (1829-1904), auteur d'un *Dizionario della economia politica e del commercio* publié en 1861.

3. Quetelet 1835. Auguste Comte (1798-1857) avait déjà eu recours à ce syntagme sans pour autant l'associer au calcul probabiliste, dont il critiquait les fondements épistémiques : cf. Porter 1986 (p. 155-156).

le temps, et celle des observations répétées, au sein d'une population donnée : qu'il s'agisse de la stature de plusieurs générations de conscrits, ou du nombre des naissances. Cette mise en équivalence reposait entièrement sur le fait que, dans ce second type de cas également, les valeurs mesurées se distribuaient très fréquemment selon une « loi binomiale[1] ». Les discussions qui suivirent, sur l'existence d'un éventuel « homme moyen » et les propriétés qu'il convenait de lui reconnaître prirent un tour d'autant plus passionnel qu'aux aspects mathématiques du débat se mêlaient des interrogations philosophiques brûlantes, relatives à l'ontologie du monde social ou à la liberté humaine.

Le premier type d'objections qui fut soulevé de manière récurrente contre les thèses de Quetelet et de ses épigones concernait ce qu'Alain Desrosières a appelé la question du « réalisme des agrégats[2] ». La notion même de moyenne fut jugée artificielle, en ce qu'elle revenait à masquer les différences constitutives de chaque population, attestée par la dispersion de la série statistique, en les subsumant sous un « type » moyen dont les caractéristiques pouvaient d'ailleurs ne correspondre à aucune des valeurs effectivement relevées. Quetelet estimait avoir réfuté cette critique en montrant que l'étude attentive des distributions statistiques permettait d'identifier, avec une précision suffisante, de nombreux cas dans lesquels les différences entre les chiffres de la série n'étaient rien d'autre que le produit de « causes accidentelles » dissimulant l'existence de « causes influentes », « constantes » ou « variables » (ayant « un caractère de périodicité »), seules susceptibles d'intéresser le statisticien[3]. Cependant, de nombreux savants, certains extrêmement respectés, continuèrent à nier toute valeur scientifique à la moyenne, parfois de manière particulièrement virulente. Claude Bernard (1813-1878), très opposé au raisonnement probabiliste, ironisa ainsi sur la bêtise d'un physiologiste imaginaire « qui, ayant pris de l'urine dans un urinoir de la gare de chemin de fer où passaient des gens de toutes les nations, crut pouvoir donner ainsi l'analyse de l'urine *moyenne* européenne[4] » !

Un second type de réticences exprimées par les critiques du raisonnement

1. L'expression est de Quetelet (*ibid.*, p. 41-55 et 93) ; la fonction exponentielle avait été introduite dans le calcul des probabilités par Abraham de Moivre un siècle plus tôt.
2. Desrosières 1993 (p. 92-99).
3. Quetelet 1846 (p. 159, *passim*). Il précise que l'étude « complète » des « causes influentes » s'avérant « à peu près impossible dans la plupart des phénomènes sociaux », « [l]e propre des génies d'observation est de savoir saisir les causes les plus influentes, celles qui modifient sensiblement le phénomène, celles surtout qui agissent d'une manière continue ou périodique, et d'abandonner les autres comme négligeables et pouvant être rangées parmi les causes accidentelles » (*ibid.*, p. 192).
4. Bernard 1966 [1865] (p. 126) ; à ses yeux, cette « normalité statistique » ne devait aucunement être confondue avec les normes physiologiques.

statistique renvoyait à des considérations tout à la fois politiques et théologiques. Le point d'achoppement résidait, cette fois, dans l'interprétation qu'il convenait de donner aux innombrables régularités statistiques prétendument relevées aux quatre coins du monde, à propos d'aspects extraordinairement variés de l'expérience humaine (du nombre des naissances et des décès jusqu'aux statistiques criminelles, en passant par les taux de suicide). La conception d'un « aveugle hasard[1] » orientant les actions individuelles devenait difficile à défendre, même s'il restait à expliquer l'existence de cet « ordre » sous-jacent. Jusque dans les années 1860-1870, de nombreux statisticiens, en France notamment, ne se préoccupaient guère d'identifier le ou les mécanismes susceptibles d'expliquer de telles constances ; comme si, par une sorte de glissement sémantique, aux « lois » statistiques s'attachait une normativité s'imposant aux individus. D'autres, dans les États allemands en particulier, refusèrent ce type de glissement, insistant au contraire sur le fait qu'un savant ne pouvait, en toute rigueur, parler de « lois » à propos de régularités observables que dans les cas où leurs « causes » (au sens kantien du terme) avaient été clairement établies[2]. L'âpreté de ces débats s'explique bien évidemment par les risques que la statistique faisait alors courir au principe de « libre détermination » et partant à la notion de « faute », au cœur de toute morale, qu'elle soit religieuse ou sociale. Et ils ne perdirent véritablement en intensité qu'à partir des années 1870-1880, lorsque le centre d'intérêt des statisticiens se déplaça de l'étude des moyennes vers celle des dispersions.

Épilogue et conclusion

Alors que, hors quelques cas particuliers (Quetelet au premier chef), l'essor de la statistique, d'une part, et celui du calcul des probabilités, de l'autre, s'étaient opérés de manière parallèle, le dernier quart du XIX^e^ siècle fut marqué par la publication de travaux faisant appel à des constructions mathématiques plus sophistiquées, quoique directement mobilisables par nombre de statisticiens.

Ce fut par exemple le cas des articles et ouvrages publiés par Wilhelm Lexis (1837-1914) à partir du milieu des années 1870, dans lesquels il analysait la dispersion effectivement mesurée de séries numériques[3]. En

1. L'expression est de Poisson 1837 (p. 8).
2. Sur ce débat, voir Hacking 1994.
3. Voir Porter 1886 (p. 242-253).

1885, dans une importante contribution au volume célébrant le « jubilé » de la Statistical Society of London, Francis Y. Edgeworth (1845-1926) attira l'attention sur la nécessité de prendre en compte la dispersion des séries statistiques pour s'assurer que la différence entre les moyennes mesurées était « significative[1] ». Ces questions demeurèrent au cœur des débats statistiques, en Angleterre, dans les deux décennies suivantes, sous l'impulsion de Francis Galton (1822-1911) puis de Karl Pearson (1857-1936). Le premier développa sa théorie de la « régression » à la fin des années 1880, dans le cours de recherches sur la transmission héréditaire de différents traits inspirées par l'œuvre de son cousin, Charles Darwin. C'est également dans ce contexte qu'il posa les bases de l'étude des « corrélations », à laquelle Pearson apporta une contribution décisive, une décennie plus tard, sous la forme d'une méthode de calcul du « coefficient de corrélation ». L'importance prise par la notion de corrélation, à mesure que les statisticiens adoptèrent ces innovations, affecta profondément leur manière d'envisager la « causalité », même si, au grand dam de Pearson, le terme ne disparut pas du vocabulaire savant[2].

L'attrait qu'exerça la vision eugéniste du monde sur Galton (il forgea le terme *eugenics* en 1883) et Pearson est bien connu, même si son influence exacte sur leurs travaux de statistique mathématique demeure difficile à évaluer[3]. Elle n'a, en tout cas, pas empêché que leurs techniques numériques soient reprises dans les domaines les plus divers du savoir, au point de devenir le pivot de ce que Lorraine Daston a appelé « l'objectivité mécanique[4] ». De fait, Pearson n'eut de cesse d'élever la statistique au rang de science à part entière, tout en élargissant son champ de compétence à l'étude mathématisée de quelque type de données que ce soit : physiques, biologiques, médicales et plus uniquement sociales… Par ailleurs, sa position de professeur de mathématiques appliquées (à partir de 1884) et de directeur d'un département (après 1903) à l'University College de Londres, ainsi que sa capacité à produire des outils facilement appropriables par les étudiants en ingénierie et ceux d'autres départements, favorisèrent l'émergence d'une conception nouvelle, explicitement « disciplinaire », de la statistique[5].

1. « […] déterminer si la différence observée entre la taille moyenne de 2 315 criminels et la taille moyenne de 8 585 hommes adultes britanniques appartenant à la population générale est significative […] » (Edgeworth 1885, p. 187). Voir également Aldrich 2010.
2. Sur la philosophie de la connaissance de Pearson, on confrontera Desrosières 1993 (p. 132-140) et Porter 2005 (p. 200-213).
3. Magnello 1999.
4. Voir Daston 1992 et, pour une présentation complète des différentes conceptions de l'objectivité, Daston et Galison 2007.
5. Ce, en dépit du fait que Pearson demeura longtemps identifié à travers son principal objet de

Certes, la situation de Pearson demeura longtemps exceptionnelle et si, à la veille de la Première Guerre mondiale, de nombreux enseignements spécialisés (méthodologiques) étaient déjà tenus dans des institutions très diverses, des facultés d'économie aux écoles d'agronomie ou d'ingénieurs, la statistique n'était pas encore (re)devenue une discipline universitaire à part entière. Néanmoins, cette dimension de re-création disciplinaire marqua bien la fin d'un cycle dans l'histoire de ce savoir singulier et confère à sa trajectoire, de la fin du XVIII^e^ siècle jusqu'en 1914, une dimension parabolique, quasi circulaire. Au terme de ce laps de temps, un terme forgé pour dénommer une science « qualitative », spécifiquement allemande et dont le domaine était strictement limité à l'étude de l'État, en est venu à désigner une discipline caractérisée par le traitement mathématique qu'elle faisait subir aux éléments empiriques relatifs à tous types de phénomènes, naturels aussi bien que sociaux. On l'a dit, l'institutionnalisation de la statistique au sein des universités fut lente (elle ne s'acheva véritablement qu'au cours de la seconde partie du XX^e^ siècle) et parfois incertaine (le rattachement des enseignements aux facultés de sciences, d'ingénierie ou de droit et économie fit l'objet de débats récurrents), mais suffisamment puissante pour faire peu à peu oublier son lien sémantique avec l'État.

Pour autant, il serait profondément erroné de considérer le XIX^e^ siècle comme une période transitoire dans l'histoire de la statistique, sorte de phase de préparation à la modernité, en somme. Car non seulement les institutions apparues à cette époque, des bureaux administratifs jusqu'aux sociétés savantes, demeurèrent extrêmement actives jusqu'à nos jours (certes sous des formes régulièrement renouvelées), mais nombre de débats relatifs à la pratique statistique ou à ses enjeux politiques et philosophiques se poursuivirent tout au long du siècle suivant. De fait, à l'heure des *big data*, on n'en a pas encore totalement fini avec la question du « déterminisme statistique »…

Références bibliographiques

ALBORN Timothy, 2009, *Regulated Lives : Life Assurance and British Society (1840-1920)*, Toronto, University of Toronto Press.

ALDRICH John, 2010, « Mathematics in the London / Royal Statistical Society (1834-1934) », *Journ@l électronique d'histoire des probabilités et de la statistique*, vol. 6, n° 1, 33 p.

recherche : la biométrie ; le journal qu'il fonda en 1901 avec F. Galton et W.F.R. Weldon (1860-1906) prit d'ailleurs le nom de *Biometrika*.

Anderson Margo J., 1988, *The American Census : A Social History*, New Haven (CT), Yale University Press.
[Anonyme], 1919, « The Official Statistics of Japan », in *Publications of the American Statistical Association*, vol. 16 (126), p. 339-346.
Armatte Michel et Desrosières Alain (dir), 2010, « Dossier : le 150e anniversaire de la Société de statistique de Paris », *Journ@l électronique d'histoire des probabilités et de la statistique*, vol. 6, nº 2.
Ayami Akira, 2009, *Population, Family and Society in Pre-Modern Japan*, Folkestone, Global Oriental.
Bayly Christopher A., 2012, *Recovering Liberties : Indian Thought in the Age of Liberalism and Empire*, Cambridge, Cambridge University Press.
Bernard Claude, 1966 [1865], *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, Paris, Garnier-Flammarion.
Booth Charles, 1889, *Labour and Life of the People*, Londres, Williams & Norgate, vol. 1.
Bréard Andrea, 2006, « Translating Statistics into 20th Century China : A Glimpse on Early Institutions and Manuals », *Journ@l électronique d'histoire des probabilités et de la statistique*, vol. 2, nº 2, 28 p.
– 2007, « Where Shall the History of Statistics in China Begin ? », *in* Gudrun Wolfschmidt (dir.), « *Es gibt für Könige keinen besonderen Weg zur Geometrie* » *Festschrift für Karin Reich*, Augsbourg, Rauner Verlag, p. 93-102.
Brian Éric, 1994, *La Mesure de l'État. Administrateurs et géomètres au xviiie siècle*, Paris, Albin Michel.
– 2002, « Transactions statistiques au xixe siècle. Mouvements internationaux de capitaux symboliques », *Actes de la recherche en sciences sociales*, nº 145, p. 34-46.
British Association for the Advancement of Science, 1834, *Report of the 3rd Meeting of the British Association for the Advancement of Science*, Londres, John Murray.
Cullen Michael J., 1975, *The Statistical Movement in Early Victorian Britain : The Foundations of Empirical Social Research*, Hassocks, Harvester Press.
Daston Lorraine, 1992, « Objectivity and the Escape from Perspective », *Social Studies of Science*, vol. 22, nº 4, p. 597-618.
Daston Lorraine et Galison Peter, 2007, *Objectivity*, New York, Zone Books.
Dell'Aglio Luca et Israel Giorgio, 2010, « Duvillard et la mathématique sociale », *in* Emmanuel-Étienne Duvillard de Durand, *Principes et formules du calcul des probabilités pour assigner les limites des variations des événements naturels (1813)*, Paris, Éd. de l'INED, p. 13-98.
Desrosières Alain, 1993, *La Politique des grands nombres. Histoire de la raison statistique*, Paris, La Découverte.
Duvillard (de Durand) Emmanuel-Étienne, 1977 [1806], « Mémoire sur le travail du Bureau de la statistique, janvier 1806 », *Annales de démographie historique*, vol. 14, nº 1, p. 439-443.
Edgeworth Francis Y., 1885, « Methods of Statistics », *Journal of the Statistical Society of London*, Jubilee Volume, p. 181-217.
Englander David et O'Day Rosemary, 1993, *Mr. Charles Booth's Inquiry : Life and Labour of the People in London Reconsidered*, Londres, Hambledon.
– (dir.), 1995, *Retrieved Riches : Social Investigation in Britain (1840-1914)*, Aldershot, Scolar Press.

ESTRADA Victoria, 2013, « Situation de la statistique officielle en Colombie au XIXe siècle », working paper.
EYLER John M., 1979, *Victorian Social Medicine : The Ideas and Methods of William Farr*, Baltimore (MD), Johns Hopkins University Press.
FAVERO Giovanni, 2001, *Le misure del regno : direzione di statistica e municipi nell'Italia liberale*, Padoue, Il Poligrafo.
FIJALKOW Yankel, 1998, *La Construction des îlots insalubres : Paris (1850-1945)*, Paris, L'Harmattan.
FOUCAULT Michel, 1994 [1982], « La technologie politique des individus », *in* Michel FOUCAULT, *Dits et écrits*, Paris, Gallimard, p. 813-828.
GARNER Guillaume, 2005, *État, économie et territoire en Allemagne. L'espace dans le caméralisme et l'économie politique (1740-1820)*, Paris, Éd. de l'EHESS.
GOLDMAN Lawrence, 2005, « Victorian Social Science : From Singular to Plural », *in* Martin DAUNTON (dir.), *The Organisation of Knowledge in Victorian Britain*, Oxford, Oxford University Press, p. 87-114.
HACKING Ian, 1982, « Biopower and the Avalanche of Printed Numbers », *Humanities in Society*, vol. 5, nos 3-4, p. 279-295.
– 1987, « Was There a Probabilistic Revolution (1800-1930) ? », *in* Lorenz KRÜGER, Lorraine DASTON et Michael HEIDELBERGER (dir.), *The Probabilistic Revolution*, t. 1 : *Ideas in History*, Cambridge (MA), MIT Press, p. 45-55.
– 1994, « How Numerical Sociology Began by Counting Suicides : From Medical Pathology to Social Pathology », *in* I. Bernard COHEN (dir.), *The Natural Sciences and the Social Sciences : Some Critical and Historical Perspectives*, Dordrecht, Kluwer, 1994, p. 101-133.
HOOCK Jochen, 1977, « D'Aristote à Adam Smith : quelques étapes de la statistique allemande entre le XVIIe et le XIXe siècle », *in Pour une histoire de la statistique*, t. 1 : *Contributions*, Paris, Éd. de l'INSEE.
LABBÉ Morgane, 2006, « Le Séminaire de statistique du Bureau prussien de statistique (1862-1900). Former les administrateurs à la statistique », *Journ@l électronique d'histoire des probabilités et de la statistique*, vol. 2, no 2, 29 p.
– 2007, « Institutionalizing the Statistics of Nationality in Prussia in the 19th Century (From Local Bureaucracy to State-Level Census of Population) », *Centaurus*, vol. 49, no 4, p. 289-306.
– 2008*a*, « Frontières des nationalités et statistiques de population en Prusse au XIXe siècle », *in* Paul PASTEUR, *Frontières rêvées, frontières réelles de l'Allemagne*, Presses universitaires de Rouen et du Havre, coll. « Les Cahiers du GRHIS », no 18, p. 55-74.
– 2008*b*, « L'arithmétique politique en Allemagne au début du XIXe siècle. Réceptions et polémiques », *Journ@l électronique d'histoire des probabilités et de la statistique*, vol. 4, no 1, 23 p.
LE MÉE René, 1975, *La Statistique générale de la France de 1833 à 1870. Étude suivie de notes concernant l'édition sur microfilm*, Paris, Service international des microfilms.
MAARSEVEEN Jacques G.S.J. van, KLEP Paul M.M. et STAMHUIS Ida H. (dir.), 2008, *The Statistical Mind in Modern Society : The Netherlands (1850-1940)*, t. 1 : *Official Statistics, Social Progress and Modern Enterprise*, Amsterdam, Aksant.
MAGNELLO Eileen, 1999, « The Non-Correlation of Biometrics and Eugenics : Rival Forms of Laboratory Work in Karl Pearson's Career at University College London », *History of Science*, vol. 37, no 1, p. 79-106, et vol. 37, no 2, p. 123-150.
MARTIN Thierry (dir.), 2006, *L'Arithmétique politique dans la France du XVIIIe siècle*, Paris, Éd. de l'INED.

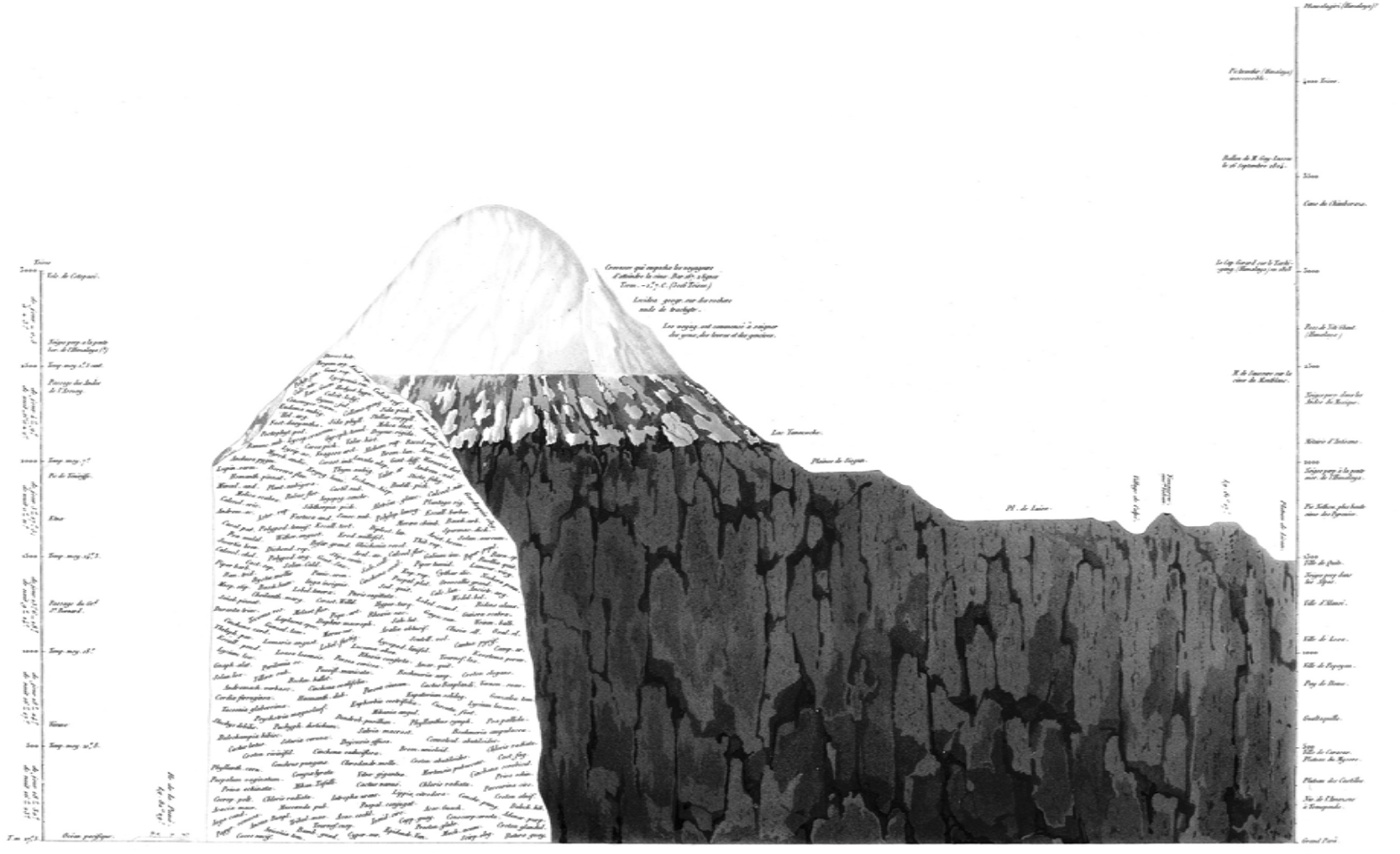
Moullier Igor, 2004, *Le Ministère de l'Intérieur sous le Consulat et le Premier Empire (1799-1814). Gouverner la France après le 18 Brumaire*, thèse de l'université Lille 3.
O'Day Rosemary, 1995, « Women and Social Investigation : Clara Collet and Beatrice Potter », *in* David Englander et Rosemary O'Day (dir.), *Retrieved Riches : Social Investigation in Britain (1840-1914)*, Aldershot, Scolar Press, p. 165-200.
Otero Hernán, 2007, *Estadística y nación. Una historia conceptual del pensamiento censal de la Argentina moderna (1869-1914)*, Buenos Aires, Prometeo.
Patriarca Silvana, 1996, *Numbers and Nationhood : Writing Statistics in 19th Italy*, Cambridge, Cambridge University Press.
Peuchet Jacques, 1805, *Statistique élémentaire de la France*, Paris, Gilbert & C^ie^.
Poisson Siméon Denis, 1837, *Recherches sur la probabilité des jugements en matière criminelle et en matière civile*, Paris, Bachelier.
Porter Theodore M., 1986, *The Rise of Statistical Thinking (1820-1900)*, Princeton, Princeton University Press.
– 2005, *Karl Pearson : The Scientific Life in a Statistical Age*, Princeton, Princeton University Press.
Quetelet Adolphe, 1835, *Sur l'homme et le développement de ses facultés*, ou *Essai de physique sociale*, Paris, Bachelier.
– 1846, *Lettres à S.A.R. le duc régnant de Saxe-Coburg et Gotha sur la théorie des probabilités, appliquée aux sciences morales et politiques*, Bruxelles, Hayez.
Rosenbaum Sidney, 2001, « Precursors of the Journal of the Royal Statistical Society », *Journal of the Royal Statistical Society*, série D, vol. 50, n° 4, p. 457-466.
Royal Statistical Society, 1884, *Catalogue of the Library of the Statistical Society*, Londres, E. Stanford.
Schaffer Simon, Roberts Lissa, Raj Kapil et Delbourgo James, 2009, « Introduction », *in* Simon Schaffer *et al.* (dir.), *The Brokered World : Go-Betweens and Global Intelligence (1770-1820)*, Sagamore Beach (MA), Science History Publications, p. ix-xxxviii.
Schweber Libby, 2006, *Disciplining Statistics : Demography and Vital Statistics in France and England (1830-1885)*, Durham (NC), Duke University Press.
Sklar Kathryn Kish, 1991, « Hull-House Maps and Papers : Social Science as Women's Work in the 1890s », *in* Martin Bulmer, Kevin Bales et Kathryn Kish Sklar (dir.), *The Social Survey in Historical Perspective (1880-1940)*, Cambridge, Cambridge University Press, p. 111-147.
Statistical Society of London, 1838, *Journal of the Statistical Society of London*, vol. 1.
Statistischen Vereins für das Königreich Sachsen, 1833, *Mittheilungen des Statistischen Vereins für das Königreich Sachsen*, Leipzig, Vogel, vol. 1.
Tennstedt Florian, 1990, « Mayet, Paul », in *Neue Deutsche Biographie*, vol. 16, Berlin, Duncker & Humblot, p. 556-557.
Thomann Bernard, 2012, *Gouverner les populations laborieuses dans le Japon impérial. Vulnérabilité, biopolitique et citoyenneté (1868-1945)*, manuscrit présenté pour l'habilitation à diriger des recherches, Institut d'études politiques de Paris.
Török Borbála Zsuzsanna, 2011, « The Ethnicity of Knowledge : Statistics and Landeskunde in Late Eighteenth-Century Hungary and Transylvania », *in* Guido Abbattista (dir.), *Encountering Otherness : Diversities and Transcultural Experiences in Early Modern European Culture*, Trieste, Edizioni Università di Trieste, p. 147-162.
– 2012, « Ethnizität in der Statistik der ungarischen Spätaufklärung : Die Staatenkunde

von Martin Schwartner », *in* Reinhard JOHLER et Josef WOLF (dir.), *Beschreiben und Vermessen. Raumwissen in der östlichen Habsburgermonarchie im 18. und 19. Jahrhundert*, Berlin, Franck & Timme.

WESTERGAARD Harald, 1932, *Contributions to the History of Statistics*, Londres, King.

YEO Eileen J., 2003, « Social Surveys in the Eighteenth and Nineteenth Century », in *The Cambridge History of Science*, t. 7 : Theodore M. PORTER et Dorothy ROSS (dir.), *The Modern Social Sciences*, Cambridge, Cambridge University Press, p. 83-99.

ZANDE Johan van der, 2010, « Statistic and History in the German Enlightenment », *Journal of the History of Ideas*, vol. 71, n° 3, p. 411-432.



Voyage vers la cime du Chimborazo, tenté le 23 Juin 1802

par Alexandre de Humboldt, Aimé Bonpland et Carlos Montufar

(Esquisse de la Géographie des plantes dans les Andes de Quito, entre les 0° 20' de lat. bor. et les 2° 12' de lat. aust.)

Note.
Les plantes recueillies sur les pentes et les cimes des Andes, ont été décrites par M. KUNTH dans l'ouvrage qui porte le titre de Humboldt, Bonpland et Kunth. Nova Gen. et Spec. plant. acquinoct. T.I–IV. La décroissement de calorique dans les Cordillères se trouve discuté dans le Mém. de M. de Humboldt sur les Lignes isothermes.

Echelle des Hauteurs.
1/10 de la Toise
L'Echelle des dist. est à celle des haut. 1 à 1/2.

Dessiné par A. de Humboldt à Mexico 1803, par F. Marchais à Paris en 1814.

20 Changement climatique, agir humain et colonisation

FABIEN LOCHER

Pendant une centaine d'années, du dernier tiers du XVIII^e siècle au dernier tiers du siècle suivant, la transformation anthropique des climats a constitué un motif majeur d'interrogation pour les sociétés occidentales confrontées à la transformation environnementale de leurs lieux de vie et des territoires lointains passés sous leur contrôle. Mais cette question a cheminé, quoique plus discrètement, sur un plus long terme : d'une part elle a émergé dans le cadre des entreprises coloniales de l'époque moderne, et d'autre part elle a fait rémanence jusqu'au XX^e siècle dans les écrits des géographes et des naturalistes intéressés par les transformations historiques des milieux.

Cette problématique a mobilisé les communautés savantes dans une large variété de contextes : des métropoles européennes aux colonies d'Amérique, de l'Algérie coloniale aux steppes de la Russie tsariste[1]. Sa mise en débat a épousé les grands cycles de globalisation dont l'Europe fut partie prenante ; elle a alimenté, en retour, les cadres par l'entremise desquels les acteurs ont pensé les contextes sociaux et environnementaux nouveaux auxquels ceux-ci les ont confrontés.

Depuis une dizaine d'années, la recherche historique, aiguillonnée par la crise environnementale contemporaine et la menace du changement climatique global, a éclairé de larges pans de cette histoire. Elle a analysé le déploiement des discours sur le changement anthropique dans une variété croissante de contextes, et cherché à identifier les processus faisant jonction entre ces séquences d'intensification de la réflexivité climatique.

1. Fressoz et Locher 2012, Fleming et Jankovic 2011, Fleming 1998, Jonsson 2013, sur l'Algérie Davis 2007, sur la Russie Moon 2010.

◀ En gravissant le Chimborazo et les autres sommets sud-américains, Humboldt parcourt en pensée les différents climats s'échelonnant à la surface du globe, climats que l'homme a le pouvoir souvent funeste de modifier.

Ces processus, elle les a surtout décrits en termes de circulation d'écrits et de références théoriques. C'était indispensable à l'intelligibilité des différents cas soumis à l'analyse, mais cela a aussi pu conduire à écraser l'épaisseur des débats et de leurs soubassements socio-historiques. En effet, si les discours sur le changement anthropique ne procèdent pas des lieux communs atemporels auxquels ils sont parfois réduits (il n'y a plus de saisons), ils ne se présentent pas non plus comme une simple cascade de productions textuelles déclinant, sur deux siècles, une idée simple (l'homme change le climat) lestée d'un nombre croissant de références savantes. L'agir climatique humain est une question qui fut soulevée, dans chaque situation, en fonction d'enjeux politiques et culturels, de stratégies individuelles et collectives singulières et contingentes, qu'il nous faut tenter de restituer.

Nous nous concentrons ici sur deux espaces-temps historiques qui ont été des creusets et des lieux de déploiement privilégiés des pensées du changement anthropique : les Amériques et l'océan Indien, aux XVIII^e^ et XIX^e^ siècles. Notre ambition est ainsi d'explorer – sans prétention à l'exhaustivité[1] – les connexions profondes qui lient discours sur l'agir climatique et phénomène colonial, saisi sur la longue durée et dans ses différentes phases d'exploration, de conquête, de « mise en valeur », de peuplement, d'autonomisation des périphéries. On verra comment le motif de l'amélioration ou de la dégradation climatique a constitué, dans ce contexte, un cadre influent pour penser les natures lointaines et l'identité des collectifs humains œuvrant à leur transformation. Cela nous permettra aussi de replacer dans une perspective plus large le récit influent de Richard Grove sur les origines coloniales de la conscience environnementale européenne[2].

Dans le dernier tiers du XVIII^e^ siècle, le lent processus de genèse de la nation américaine trouve son accomplissement. Tout d'abord, bien sûr, avec la révolte contre la tutelle britannique et l'accession à l'indépendance. Mais ce mouvement est multiforme et se joue aussi dans le champ des savoirs. La vie intellectuelle florissante des treize colonies alimente le désir d'autonomie politique ; elle correspond à l'émergence de nouvelles institutions savantes, qui participent de l'émancipation vis-à-vis de la métropole. Dès la fin des années 1760, ses animateurs luttent aussi sur un autre front : ils s'emploient à produire un grand récit qui exalte, et la grandeur de la nature américaine, et l'action civilisatrice des pionniers.

1. Nous ne traiterons pas, par exemple, du cas de la colonisation française en Algérie. Voir Davis 2007.
2. Grove 1995 et 1997, Grove et Damodaran 2006 (p. 43-47).

La thématique du changement climatique est une pièce maîtresse de cette narration à la fois savante et politique.

C'est Hugh Williamson (1735-1819), un médecin futur cosignataire de la Constitution américaine, qui articule le plus clairement le lien entre climat et construction de l'identité nationale. En 1770, il signe un article influent où il défend l'idée selon laquelle l'action des colons – défrichement, mise en culture – aurait transformé au fil des décennies les climats nord-américains, vers plus de modération[1]. Le travail opiniâtre, la moralité, la foi en Dieu et en l'avenir auraient trouvé leur récompense dans des hivers moins froids, des terres plus fertiles, un pays transformé *et civilisé*[2]. Ce que décrit Williamson, c'est la fabrication d'une nouvelle Arcadie, de l'autre côté de l'Atlantique. Plus tard, il proclamera qu'une fois transformés par l'homme les climats américains sont devenus les meilleurs au monde[3]. Il se joue quelque chose de fondamental dans cette exaltation de l'agir humain. La communauté politique états-unienne s'y donne à voir moins comme le produit de déterminations ressortissant de l'ordre de la nature, que le résultat d'un double mouvement d'autofabrication : de soi et de son environnement matériel. Ces deux aspects sont coextensifs car, au XVIII^e^ siècle – et encore loin dans le siècle suivant –, le climat est perçu comme un agent qui transforme les êtres vivants : les plantes, les animaux, les hommes[4]. Améliorer son climat, c'est s'améliorer en retour.

Au tournant des XVIII^e^ et XIX^e^ siècles, ce scénario politico-climatique est promu par les élites de la nouvelle République. C'est aussi un discours en défense de l'Amérique, une *climatologie patriotique*[5]. En effet, à la fin des années 1760, s'amorce une polémique qui va cheminer, de controverses publiques en affrontements larvés, jusque loin dans le siècle suivant[6]. L'enjeu de la « controverse du Nouveau Monde » concerne les mérites comparés de la nature – et de l'homme – américain et européen. C'est Buffon (1707-1788) qui a mis le feu aux poudres en décrivant, au fil de son *Histoire naturelle*, les êtres du Nouveau Monde comme plus petits et plus faibles que ceux de l'Europe[7]. Il en rend responsable son climat humide

1. Williamson 1771.
2. Golinski 2007*a* (p. 192-202) et 2007*b*.
3. Williamson 1811 (p. 174-178).
4. La bibliographie sur cette question et sur l'histoire de l'acclimatation est très importante. Citons simplement Spary 2005 (p. 127-187), Anderson 1992, Harrison 1999.
5. Nous déclinons ici le concept d'« astrologie patriotique », dû à Cañizares Esguerra 1999.
6. Gerbi 2010 [1955].
7. Et d'abord en 1761, dans un texte sur « Les animaux communs aux deux continents ». Voir Roger 1989. Sur Buffon et le climat, voir Spary 2005 (p. 127-178) et Hoquet 1998.

et froid. Cette thèse, reprise et radicalisée par d'autres auteurs[1], suscite de vives polémiques dans les années 1770-1780. C'est dans ce contexte que doit se lire l'intervention de Williamson : si le climat américain peut être hostile, il est en train d'être réinventé, il se perfectionne – et dans son sillage les êtres du Nouveau Monde. Parmi les promoteurs de cette thèse, on trouve un futur président des États-Unis, Thomas Jefferson (1743-1826). En 1784-1785, il répond aux critiques de l'Amérique en soulignant, dans un livre consacré à la Virginie, le changement climatique qui y est en cours[2]. Observateur assidu du temps, il cherche à documenter cette évolution et incite ses correspondants à faire de même[3]. D'autres auteurs mêlent encore plus explicitement leur conviction en un changement anthropique du climat et leur panégyrique de la nation états-unienne, la seule – comme l'écrit le médecin William Curry (1754-1828) – où est en passe d'être regagnée la dignité originelle de l'espèce humaine[4]. Cette reconquête passe à la fois par la liberté politique et par un perfectionnement du climat et des êtres.

Mais l'idée d'un agir humain sur le climat a émergé bien avant les décennies de construction de la nation américaine[5]. Elle est un produit du choc que la découverte de l'Amérique a provoqué dans les savoirs européens touchant à la Terre et à sa conformation. À la Renaissance, le concept de climat – hérité de l'Antiquité grecque – jouait un rôle essentiel dans les descriptions cosmographiques. Mais dans ce contexte il désignait la bande circulaire que découpent, sur le globe terrestre, deux latitudes données. À chaque distance à l'équateur était censée correspondre une place dans une échelle de chaleur allant du glacial au torride. C'est ce cadre de pensée qu'ont en tête les membres des expéditions qui abordent les côtes de l'Amérique du Nord à partir du début du XVI^e^ siècle.

Leur confrontation avec les réalités du Nouveau Monde va les laisser dubitatifs : les régions qu'ils découvrent ont beau être sous le climat – c'est-à-dire aux latitudes – de Londres, Rome ou Paris, les saisons y sont différentes, et parfois extrêmes[6]. Cet hiatus suscite une interrogation qui traverse leurs récits. Au XVII^e^ siècle, cette thématique est omniprésente dans les

1. Notamment par Pauw 1768-1769.
2. Jefferson 1787 [1784-1785].
3. Lettre de Thomas Jefferson à Lewis E. Beck, du 16 juillet 1824. Jefferson 1903 (p. 71-74).
4. Curry 1792 (p. 79-93 et 398-407).
5. Cette section est basée sur Fressoz et Locher, « L'agir humain sur le climat et la naissance de la climatologie historique (XVII^e^-XVIII^e^ siècle) », *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, à paraître, auquel on se référera pour une analyse plus détaillée de la question du changement anthropique à l'époque moderne.
6. L'hivernage catastrophique de Jacques Cartier, lors de son voyage de 1535-1536, marquera durablement les esprits. Cartier 1992 [1545] (p. 228-229).

écrits traitant de la Nouvelle-France – par exemple chez Marc Lescarbot (1570?-1641) et Samuel de Champlain (1570?-1635)[1]. La situation est analogue dans le monde britannique[2]. Ce motif d'interrogation sera très pérenne : c'est encore lui qui guide les réflexions climatologiques d'un William Curry à la toute fin du XVIII^e siècle, et encore celles des climatologues du siècle suivant.

L'une des explications avancées pour expliquer cette différence tient à l'extraordinaire extension des forêts américaines. De là l'idée, qui s'affirme dès les années 1610 à propos de la Nouvelle-France, selon laquelle le défrichement et la mise en culture de ces territoires pourraient en transformer les caractères météorologiques, en tempérer les saisons[3]. Par la suite, l'argument est utilisé par les entrepreneurs coloniaux qui, pour « vendre » le Canada, cherchent à démontrer qu'il est – ou peut devenir – hospitalier, fertile, prospère[4]. Le même type de discours émerge aussi, mais semble-t-il seulement à partir des années 1620, à propos des colonies anglaises d'Amérique du Nord[5]. Cette idée va être reprise et discutée, dans les décennies suivantes, au sein du monde savant.

En Angleterre, c'est dès 1671 que l'une des figures majeures de la science moderne, Robert Boyle (1627-1691), signe un texte fondamental sur la transformation anthropique des climats, basé sur le cas américain[6]. La thèse y gagne un statut nouveau, en intégrant le champ du discours savant légitime. En France, le processus est bien plus tardif : c'est l'*Histoire et description générale de la Nouvelle-France* du jésuite Charlevoix (1682-1761) qui, en 1744, attire vraiment l'attention sur le phénomène[7]. Mais un tournant est surtout pris dans les années 1760, lorsque Buffon, s'inspirant de Charlevoix, intègre ce ressort processuel à son *Histoire naturelle*[8]. Il l'utilise pour aborder la question délicate des animaux communs aux deux continents, élan et renne, orignal et caribou. Il s'en sert, au-delà, pour souligner l'existence de changements climatiques d'origine anthropique, aussi bien en Amérique que sur le terrain européen. Plus tard, il s'appuiera sur Williamson pour proposer, dans ses « Époques de la Nature », une version plus détaillée de cette thèse[9]. Tous les exemples,

1. Lescarbot 1609 (p. 624-625) et Champlain 1613 (p. 52-53).
2. Voir les exemples donnés par Kupperman 1982 et 1984, Fleming 1998 (p. 21-32).
3. Sous la plume du jésuite Pierre Biard : voir sa lettre à Claude Aquaviva, général de la Compagnie, du 31 janvier 1612. Carayon 1864 (p. 82-83), Biard 1858 [1616] (p. 6).
4. Denys 1672 (p. 8-12).
5. Vogel 2011.
6. Boyle 1671. C'est à ce texte précis que répond la « lettre de Dublin » étudiée par Vogel 2011.
7. Charlevoix 1744 (p. 241-250).
8. Buffon 1764.
9. Buffon 1778 (p. 239-247).

écrit-il alors, « concourent à démontrer que l'homme peut modifier les influences du climat qu'il habite, et en fixer pour ainsi dire la température au point qui lui convient[1] ». La force de cette proposition renvoie à sa foi, très affirmée, en la puissance de transformation dévolue à l'humanité. Cette puissance, en l'occurrence, procède d'une amélioration : en Europe depuis l'Antiquité, en Amérique depuis la colonisation, les défrichements ont modéré le froid des hivers et rendu les lieux plus habitables. Ce mouvement vient contrer, au moins pour un temps, le mouvement spontané de la Terre vers le refroidissement et la mort thermique, que Buffon décrit par ailleurs[2].

L'influence du corpus buffonien va être décisif : ce sont toutes les audiences européennes, savantes et profanes, qui dans les décennies suivantes y puiseront un motif de s'interroger sur l'historicité et la plasticité des climats. L'influence gagnée par cette thèse participe d'un processus historique majeur de reconfiguration des savoirs sur la nature et la société. Ce processus, qui marque la charnière des XVIII^e^ et XIX^e^ siècles, est la montée générale de l'historicisme – la tendance générale à inscrire l'ensemble des phénomènes humains et non humains dans des schémas d'évolution temporelle valorisant le changement, la contingence et l'irréversibilité. Cette mutation, dont Buffon est l'une des figures majeures, concerne tous les champs de la connaissance, de l'histoire de la Terre à celle des espèces, et à l'analyse des systèmes politiques. Le changement anthropique occupe une place tout à fait particulière dans ce contexte : en effet, il se présente comme un trait d'union entre histoire des sociétés et histoire de la nature. La découverte de l'Amérique, la chute de l'Empire romain ou les défrichements médiévaux sont rendus temporellement commensurables, et connectés causalement, avec les variations de fréquence des grands hivers, la disparition de certains animaux ou l'histoire des épidémies. Si l'historiographie a largement traité de la montée des pensées du temps très long (avec l'essor, notamment, de la géologie), ce second historicisme, qui lie agir humain et historicité de la nature, a été peu analysé jusqu'ici. Il constitue pourtant l'une des racines historiques profondes de la réflexivité environnementale contemporaine, structurée autour de la reconnaissance de la capacité de l'homme à transformer son environnement à court et moyen terme[3].

Le même type de sensibilité à l'enchevêtrement entre histoire humaine et histoire de la nature s'exprime, au même moment, dans le contexte des

1. *Ibid.* (p. 244).
2. Buffon 1775 (p. 313-361 et 361-377).
3. Fressoz et Locher 2012.

expéditions scientifiques au Nouveau Monde. À la fin du XVIIIe siècle, l'Amérique semble encore comme un immense laboratoire où explorer les potentialités de l'agir humain. C'est ce qu'a en tête Alexandre Humboldt (1769-1859) lorsqu'en 1799 il embarque pour sa fameuse expédition de cinq ans « aux régions équinoxiales ». Dès ses premiers pas sur place, Humboldt multiplie les rapprochements entre activités humaines et transformations environnementales (érosion, sécheresse)[1]. Cette sensibilité aux facteurs anthropiques est renforcée par une conception du voyage scientifique comme un déplacement dans le temps, le relief étant lu comme un condensé, à décrypter, de l'histoire géologique des lieux. Ce paradigme est celui de la géognosie, à laquelle il a été acculturé sur les bancs de l'École des mines de Freiberg.

À l'hiver 1800, Humboldt atteint les rives du lac de Tacarigua, au Venezuela[2]. C'est autour de ce site que vont se nouer ses premières interrogations touchant à l'agir climatique. D'emblée, le lac est fait pour l'intéresser. D'abord parce qu'il est clos, sans cours d'eau émissaire, ce qui est rare. Surtout, les élites locales le lui disent : depuis plusieurs années, le lac paraît s'assécher et perdre en surface. Humboldt va mener l'enquête. Il utilise une large gamme d'outils : excursions ; étude des récits de voyageur ; analyse des toponymes pour identifier d'anciennes îles à présent découvertes ; recueil de témoignages. Sa conclusion est sans appel : le défrichement et l'essor des cultures ont tari les anciens affluents et provoqué le déclin du lac. Il se résorbe peu à peu, et le climat devient chaque jour plus sec. La responsabilité en incombe au colonisateur espagnol.

Trois ans plus tard, Humboldt est à Mexico, face à un problème analogue. Qu'est devenue la capitale de l'Empire aztèque, Tenochtitlán, qu'on décrivait comme une ville au milieu d'un lac ? Comme pour Tacarigua, Humboldt enquête. Sa conclusion : une nouvelle fois, les responsables sont les colonisateurs, qui ont « contribué à intervertir l'ordre de la Nature » en coupant les arbres à Mexico et dans les montagnes environnantes[3]. Ils ont voulu façonner le pays à l'image de leur Castille natale, aride et dénudée ; ils ont consommé les forêts, sans jamais replanter, pour construire la nouvelle ville espagnole. L'étude du climat et des eaux vient fonder une critique virulente de la colonisation espagnole, que Humboldt développe par ailleurs à propos de thématiques sociales et politiques[4]. Comme l'a souligné Gregory Cushman, Humboldt a été très impressionné, l'année précédente, par les ruines de villes et d'infrastructures

1. Cushman 2011.
2. Humboldt et Bonpland 1819 (p. 65-77).
3. Humboldt 1811 (p. 125-132).
4. Minguet 1997 et, pour une mise en perspective plus large, Zeuske 2001.

hydrauliques qu'il a découvertes au Pérou[1]. Il s'agissait de vestiges du royaume de Chimor, conquis par les Incas puis les Espagnols à la charnière des XV^e^ et XVI^e^ siècles. Cette vision alimente chez lui une méditation sur la chute des civilisations et la responsabilité de l'Occident : « Loin de chez eux – écrit-il dans son journal de voyage –, les Européens sont aussi barbares que les Turcs, et même plus car ils sont plus fanatiques[2]. » La transformation des climats est une facette de l'œuvre de destruction globale dont ils se sont rendus responsables au Nouveau Monde.

Cette critique de l'impérialisme est liée à celle qui émerge, dans le dernier quart du XVIII^e^ siècle, au sein d'un milieu de voyageurs et de colons confrontés aux effets environnementaux de l'expansion européenne. Parmi ceux-ci, le naturaliste Johann Reinhold Forster (1729-1798), qui a participé au deuxième voyage de Cook (1772-1775). Au départ, Forster est très influencé par la pensée de Buffon, qui exalte le formidable pouvoir de transformation de la nature dont l'homme dispose, en le concevant comme un bien *a priori*. Mais Richard Grove a montré comment, au cours de son voyage, l'expérience directe de micromondes insulaires (en particulier Sainte-Hélène), ainsi que des lectures, allaient conduire Forster à une vision beaucoup plus pessimiste des conséquences de l'agir humain sur le monde naturel[3]. Ce changement de perspective cristallise une critique de la colonisation : loin d'embellir les îles tombées sous leur coupe, les Européens organisent leur destruction et celle des sociétés autochtones qui, pense-t-on, y vivaient jusque-là en bonne intelligence avec la nature.

L'influence intellectuelle décisive que Johann Forster et son fils Georg (1754-1794) – lui aussi présent lors de l'expédition de Cook – ont exercée sur le jeune Humboldt est bien connue. Cette influence fut à la fois savante et politique puisque c'est en partie à leur contact que Humboldt forgea les convictions républicaines et anticolonialistes qui devaient marquer son existence. Son analyse des dégradations environnementales suscitées par la colonisation espagnole s'inscrit, par leur entremise, dans la continuité de celles élaborées au XVIII^e^ siècle à propos du réseau global d'îles sous domination européenne[4].

C'est que, comme l'a montré Richard Grove, les colonies insulaires françaises et anglaises (Maurice, Sainte-Hélène, la Grenade, la Barbade)

1. Cushman 2011 (p. 30-31).
2. Humboldt 2002 [1802] (p. 31-88). Cité dans Cushman 2011 (p. 30).
3. Grove 1995 (p. 325-327).
4. Humboldt changera progressivement de position sur le changement anthropique : à la fin de sa vie, il en minimisera largement les effets. Voir par exemple, sur l'Amérique du Nord : Humboldt 1851 (p. 147-160) (ajout à l'édition originale de 1808).

sont, au XVIII^e siècle, de véritables creusets pour l'émergence des préoccupations, des théories et des pratiques de protection environnementale[1]. C'est ce qu'il décrit dans son livre *Green Imperialism*, paru en 1995. Sa thèse a fait grand bruit : elle était en effet iconoclaste en deux sens. D'abord, contre l'idée dominante d'une origine états-unienne de l'environnementalisme, scellée à la fin du XIX^e siècle par la création des premiers parcs naturels, il opère un déplacement de temps et de lieu. Il rapporte son émergence à un contexte colonial, à l'époque moderne. Son récit revisite par ailleurs de façon inattendue les liens entre colonisation et environnement, en soulignant que le contact des Européens avec les natures lointaines a été fécond (et pas seulement délétère), en catalysant l'émergence d'un souci nouveau pour les lieux et les êtres. C'est le sens de son concept de « Green Imperialism ».

La question du changement climatique joue ici un rôle fondamental. En effet, ce qui inquiète les élites insulaires à partir des années 1760, c'est le *dessèchement des climats* suscité par les déboisements inconsidérés – conséquences de l'économie de plantation. Les pluies ne s'arrêtent plus sur les îles dénudées, dont la végétation périclite. La même année 1763, cette question émerge dans deux contextes.

D'abord dans une intervention publique donnée devant l'académie de Lyon par le voyageur et naturaliste Pierre Poivre (1719-1786)[2]. Celui-ci s'était fait connaître dans les années 1750 par ses tentatives visant à introduire la culture des girofliers et des muscadiers à l'île Maurice. Puis, à son retour en France, il s'était imposé comme un expert des questions agricoles coloniales, proche de la physiocratie. À Lyon, Poivre dénonce le déboisement de Maurice et le fait que les pluies, qui « suivent exactement les forêts », « ne tombent plus sur les terres défrichées[3] ». Cette intervention est reprise dans un ouvrage qui connaîtra un écho important et durable, y compris à l'étranger – il sera ainsi une source d'inspiration importante pour les Forster. Les prises de position de Poivre s'inscrivent dans un contexte tout à fait spécifique. En 1763, la France vient de perdre la quasi-totalité de son empire colonial, suite au traité de Paris. Tout est à reconstruire et son diagnostic est une façon de dénoncer la mauvaise gestion de la Compagnie des Indes, propriétaire de l'île. C'est un pari gagnant : lorsque, quelques années plus tard, la Compagnie en déroute cède le territoire à la Couronne, il en est nommé commissaire-intendant.

1. Grove 1995.
2. Poivre 1769 (p. 5-64) (lu en août 1763).
3. Poivre 1769 (p. 31).

Sur place, il va développer un programme de conservation forestière, avec deux objectifs : garantir la ressource – notamment pour la réparation navale – et contrer une possible détérioration climatique. Cette préoccupation le mobilise fortement. Dans les discours qu'il donne à son arrivée sur l'île, à l'été 1767, il insiste sur la dégradation des forêts et du climat, comme un symptôme du comportement destructeur des colons, qui ont cherché un gain immédiat au détriment d'une exploitation durable des ressources insulaires. « Encore quelques années de destruction, proclame-t-il, et l'isle de France ne sera plus habitable ; il faudra l'abandonner[1]. » Ses mesures de régulation des défrichements, de replantation, visent à conjurer cette menace.

Ces préoccupations vont être relayées, en métropole, par les écrits mi-poétiques mi-savants de Jacques-Henri Bernardin de Saint-Pierre (1737-1814). Ce dernier a eu une expérience de première main des politiques impulsées par Poivre, puisqu'il a passé un peu plus de deux ans sous ses ordres à Maurice, comme ingénieur en chef de la colonie. Dans son *Voyage à l'Isle de France*, publié en 1773, il évoque les défrichements inconsidérés qui ont tari les sources de l'île[2]. Le discours de Bernardin est nimbé de l'aspiration rousseauiste d'un retour à la nature, la protection de la nature coloniale devant permettre de s'assurer – pour un temps encore – de cette possibilité. Dans ses *Études de la nature*, publiées en 1784, il reviendra sur le lien entre la présence d'arbres et le caractère météorologique des lieux. Il y décrit une économie naturelle providentielle où la synergie entre montagne et forêt joue un rôle fondamental pour attirer les pluies[3]. Bernardin se réfère à des observations qu'il a faites à Maurice pour attribuer à la destruction de la végétation des massifs montagneux une responsabilité prépondérante dans le tarissement des cours d'eau. Ce processus de transformation anthropique des milieux, il l'identifie en contexte colonial mais aussi en Europe – où le lit des fleuves porte trace de leur rétrécissement – et dans d'autres régions du monde comme la Perse dont, écrit-il, « les montagnes ont été, sans doute, imprudemment dépouillées d'arbres par les premiers peuples qui les ont habitées[4] ». Et Bernardin de proposer, dans la foulée, un programme de restauration environnementale de la France passant par des plantations, programme destiné à redonner leur vigueur aux cours d'eau[5]. Ces idées inspireront, quelques années plus tard, l'ingénieur des

1. *Ibid.* (p. 14-16 du premier discours en annexe).
2. Bernardin de Saint-Pierre 1773 (p. 104).
3. Bernardin de Saint-Pierre 1797 [1784] (p. 355-357).
4. *Ibid.* (p. 356).
5. *Ibid.* (p. 357).

Ponts François-Antoine Rauch (1762-1837), qui sera sous l'Empire et la Restauration un contempteur inlassable de la dégradation forestière et donc climatique de la France[1].

Comme à Maurice, c'est dans les années 1760 que les préoccupations touchant aux changements climatiques se font jour dans le monde colonial britannique. En 1765, une ordonnance royale décide que les forêts de la Barbade devront être préservées, pour prévenir une sécheresse sur l'île[2]. Elle est déjà, à cette époque, sévèrement déforestée et son cas incitera les autorités coloniales à la prudence dans la gestion des territoires insulaires acquis après le traité de Paris (Grenade, Tobago, Saint-Vincent). Dans cette dernière île, le lobbying du directeur du jardin botanique local, Alexander Anderson (1748-1811), conduira en 1791 à la création d'une réserve forestière conçue explicitement pour attirer pluies et nuages[3].

Par la suite, le développement de réseaux d'échange entre jardins, sociétés savantes et experts coloniaux va conduire à la formation d'une véritable culture impériale, peu connectée à la métropole, et centrée sur le couple fragilité climatique/conservation forestière. Elle va imprégner, au siècle suivant, l'action des services coloniaux britanniques. C'est à la toute fin des années 1830 qu'Edward Green Balfour (1813-1889), un jeune aide-chirurgien employé à la présidence de Madras, s'empare de la question de la transformation anthropique des climats, en rapprochant ses observations de ses lectures de Bernardin de Saint-Pierre et de l'agronome Jean-Baptiste Boussingault (1802-1887).

Au début des années 1820, Boussingault s'était rendu sur les rives du lac Tacarigua pour y prolonger l'enquête de Humboldt[4]. Il y avait retrouvé un lac régénéré, ce qu'il avait interprété comme une expérimentation naturelle consacrant les théories de son mentor : entre-temps, la guerre d'indépendance du pays, en réduisant l'exploitation agricole, avait sauvé l'étendue d'eau de la disparition. Boussingault exposera ses thèses sur le changement anthropique dans un article publié à Paris en 1837 – article qui deviendra une référence omniprésente, jusqu'à la fin du siècle, dans les débats sur cette question[5].

Balfour, à la suite de Boussingault, s'intéresse aux cycles de l'eau, à l'action des arbres sur le climat et à l'état sanitaire des lieux[6]. Son style de

1. Rauch an X et 1818.
2. Grove 1995 (p. 271).
3. *Ibid.* (p. 294-296).
4. Boussingault 1896 (p. 56-75).
5. Boussingault 1837. C'est une référence importante, par exemple, pour les débats qui se font jour en Russie à la fin du XIX^e siècle, à propos de la transformation des climats steppiques. Voir Moon 2010.
6. Balfour 1849.

raisonnement, tout en sobriété et en recours aux statistiques, est en phase avec les normes de scientificité qui prennent leur essor dans le deuxième quart du XIXe siècle : sa reformulation des théories du changement anthropique porte. Il agit en synergie avec d'autres chirurgiens coloniaux en poste en Inde, qui dénoncent eux aussi les effets de la déforestation sur l'état météorologique des lieux. Leur action contribue à la création des premiers services provinciaux de conservation forestière (à Bombay puis à Madras) puis de l'Imperial Forest Department du Raj en 1864. Dans les années 1850-1860, la question de la déforestation en contexte tropical, et de ses effets sur le climat, est aussi discutée dans des arènes savantes métropolitaines comme la British Association for the Advancement of Science et la Royal Geographical Society. Cette période est caractérisée, plus globalement, par la montée des préoccupations touchant à la transformation à grande échelle de la surface terrestre, ce qui a conduit Richard Grove à la caractériser comme un moment fondateur pour l'essor d'une conscience écologique *globale* en Occident[1].

L'année même de la formation du Forest Department indien, et un peu moins d'un siècle après le texte fondateur de Williamson sur la civilisation progressive des climats américains, l'avocat, ambassadeur, naturaliste et géographe George Perkins Marsh (1801-1882) fait paraître à New York un ouvrage aujourd'hui considéré comme l'un des textes fondateurs de l'environnementalisme[2]. Dans *Man and Nature*, il analyse l'usage que les civilisations humaines ont fait de leurs ressources et dresse un bilan sans précédent des destructions que l'homme est capable d'infliger à la nature[3]. L'agir climatique occupe une place éminente dans ce récit[4]. Marsh en traite longuement, en mobilisant une série d'auteurs surtout américains et français. Il a été très inspiré par la controverse politico-scientifique qui, dans la France de la monarchie de Juillet, a mobilisé savants et administrateurs autour de la question de la régulation forestière et des effets de la déforestation sur le climat.

Mais si *Man and Nature* porte les traces de l'importance de la question climatique dans l'appréhension du rapport à l'environnement, l'ouvrage se fait aussi l'écho des contestations croissantes portant sur la réalité, les modalités et l'étendue des effets climatiques anthropiques. Jusqu'à la Première Guerre mondiale, leur reconnaissance continue à structurer des récits environnementaux et des pratiques concrètes de gouvernement de la nature : c'est le cas dans l'Algérie coloniale française, ou dans les

1. Grove et Damodaran 2006.
2. Lowenthal 2000.
3. Marsh 1864.
4. *Ibid.* (p. 19-23 et 172-223).

politiques de conservation forestière impulsées aux États-Unis après la guerre de Sécession[1]. Mais globalement, cette période est celle d'un déclin du paradigme du changement anthropique. Il reflue d'abord en métropole puis plus tard en contexte colonial, en connaissant une marginalisation radicale[2] ou s'intégrant à des théories englobantes comme celles portant sur les processus de désertification.

Des Lumières tardives au dernier tiers du XIXe siècle, le changement anthropique des climats a constitué un cadre de réflexivité environnementale structurant pour des sociétés occidentales engagées dans des phases successives d'exploration et de conquête à l'échelle globale. Il a servi à penser l'impact de l'homme sur les environnements, ses effets en retour et la responsabilité morale et politique qu'engage la transformation à grande échelle de milieux et de collectifs humains conçus comme fortement interdépendants. Son influence a été catalysée par l'essor massif de l'historicisme comme principe de lecture du réel. Cette montée de la sensibilité historiciste, phénomène majeur dans l'horizon culturel occidental, a souvent été décrite comme clivée[3]. Elle aurait intronisé un partage sans reste entre « histoire de la nature » et « histoire des sociétés », des histoires assignées à des échelles temporelles *a priori* inconciliables : d'un côté celle des temps géologiques ; de l'autre celle des dynasties, des batailles, des révolutions.

L'histoire du climat, telle que l'ont écrite les hommes des XVIIIe et XIXe siècles, vient déstabiliser ce récit. Elle ressortit de ce que nous avons appelé un « second historicisme » qui n'est pas clivé mais englobant ; qui lie agir humain et historicité de la nature et n'est justiciable ni du grand partage nature/société attribué aux modernes[4] ni du grand partage des temps que l'historicisme, en miroir, aurait consacré. Cet historicisme ne sépare pas, mais *mêle* intimement les transformations des lieux, des êtres, des régimes politiques : le climat est le liant de ce *cocktail* dynamique qui est une composante essentielle, mais longtemps négligée, du script historique de la modernité.

1. Davis 2007, Pisani 1985.
2. Une marginalisation consacrée par exemple, en France, par les prises de position du climatologue en chef de l'institution météorologique nationale, le Bureau central météorologique. Angot 1889 (p. 405-412).
3. Ainsi chez Chakrabarty 2009.
4. Latour 1991, Descola 2005.

Références bibliographiques

Anderson Warwick, 1992, « Climates of Opinion : Acclimatization in Nineteenth-Century France and England », *Victorian Studies*, vol. 35, nº 2, p. 135-157.

Angot Alfred, 1889, *Traité de météorologie*, Paris, Gauthier-Villars.

Balfour Edward Green, 1849, « Notes on the Influence Exercised by Trees in Inducing the Rain and Preserving Moisture », *Madras Journal of Literature and Science*, nº 25, p. 402-448.

Bernardin de Saint-Pierre Jacques-Henri, 1773, *Voyage à l'Isle de France*, t. 1, Paris, Merlin.

– 1797 [1784], *Études de la nature*, t. 2, Bâle, Tourneizen.

Biard Pierre, 1858 [1616], « Relation de la Nouvelle-France […] faite par le P. Pierre Biard », in *Relations des Jésuites dans la Nouvelle-France*, t. 1, Québec, Augustin Coté.

Boussingault Jean-Baptiste, 1837, « Mémoire sur l'influence des défrichemens dans la diminution des cours d'eau », *Annales de chimie et de physique*, nº 64, p. 113-141.

– 1896, *Mémoires*, t. 2, Paris, Chamerot & Renouard.

Boyle Robert, 1671, *Tractatus de cosmicis rerum qualitatibus, etc.*, Amsterdam, Janssonius Van Waesberge.

Buffon Georges Louis Leclerc, comte de, 1764, « L'élan et le renne », *Histoire naturelle*, t. 12, Paris, Imprimerie royale, p. 79-117.

– 1775, *Histoire naturelle générale et particulière*, supplément, t. 2, Paris, Imprimerie royale.

– 1778, *Histoire naturelle générale et particulière*, supplément, t. 5 (« Des époques de la Nature »), Paris, Imprimerie royale.

Cañizares Esguerra Jorge, 1999, « New World, New Stars : Patriotic Astrology and the Invention of Indian and Creole Bodies in Colonial Spanish America (1600-1650) », *American Historical Review*, vol. 104, nº 1, p. 33-68.

Carayon Auguste (dir.), 1864, *Première Mission des jésuites au Canada. Lettres et documents inédits*, Paris, L'Écureux.

Cartier Jacques, 1992 [1545], *Voyages au Canada*, Paris, La Découverte.

Chakrabarty Dipesh, 2009, « The Climate of History : Four Theses », *Critical Inquiry*, vol. 35, nº 2, p. 197-222.

Champlain Samuel de, 1613, *Les Voyages du sieur de Champlain, xaintongeois, capitaine ordinaire pour le roy*, Paris, Jean Berjon.

Charlevoix Pierre-François-Xavier de, 1744, *Histoire et description générale de la Nouvelle-France*, 3e partie, t. 5, Paris, Veuve Ganeau.

Curry William, 1792, *An Historical Account of the Climate and Diseases of the United States of America*, Philadelphie (PA), T. Dobson.

Cushman Gregory T., 2011, « Humboldtian Science, Creole Meteorology, and the Discovery of Human-Caused Climate Change in South America », *Osiris*, vol. 26, nº 1, p. 16-44.

Davis Diana K., 2007, *Resurrecting the Granary of Rome : Environmental History and French Colonial Expansion in North Africa*, Athens (OH), Ohio University Press.

Denys Nicolas, 1672, *Description géographique et historique des costes de l'Amérique septentrionale*, t. 2, Paris, Claude Barbin.

Descola Philippe, 2005, *Par-delà nature et culture*, Paris, NRF-Gallimard.

Fleming James R., 1998, *Historical Perspectives on Climate Change*, Oxford, Oxford University Press.

FLEMING James R. et JANKOVIC Vladimir (dir.), 2011, « Klima », dossier thématique d'*Osiris*, vol. 26, nº 1.

FRESSOZ Jean-Baptiste et LOCHER Fabien, 2012, « The Frail Climate of Modernity : A Climate History of Environmental Reflexivity », *Critical Inquiry*, vol. 38, nº 3, p. 579-598.

GERBI Antonello, 2010 [1955], *The Dispute of the New World : The History of a Polemic (1750-1900)*, Pittsburgh (PA), University of Pittsburgh Press.

GOLINSKI Jan, 2007*a*, *British Weather and the Climate of Enlightenment*, Chicago (IL), University of Chicago Press.

– 2007*b*, « American Climate and the Civilization of Nature », *in* James DELBOURGO et Nicholas DEW (dir.), *Science and Empire in the Atlantic World*, New York, Routledge, p. 153-174.

GROVE Richard, 1995, *Green Imperialism : Colonial Expansion, Tropical Island Edens and the Origins of Environmentalism (1600-1860)*, Cambridge, Cambridge University Press.

– 1997, *Ecology, Climate and Empire : Colonialism and Global Environmental History (1400-1940)*, Cambridge, White Horse Press.

GROVE Richard et DAMODARAN Vinita, 2006, « Imperialism, Intellectual Networks, and Environmental Change : Origins and Evolution of Global Environmental History (1676-2000) : Part I », *Economic and Political Weekly*, vol. 41, nº 41, p. 4345-4354.

HARRISON Mark, 1999, *Climates and Constitutions : Health, Race, Environment and British Imperialism in India (1600-1850)*, New York, Oxford University Press.

HOQUET Thierry, 1998, « La théorie des climats dans l'*Histoire naturelle* de Buffon », *Corpus. Revue de philosophie*, nº 34, p. 59-90.

HUMBOLDT Alexandre, 1811, *Essai politique sur le royaume de Nouvelle-Espagne*, t. 2, Paris, F. Schoell.

– 1851, *Tableaux de la nature*, t. 1, Paris, Gide & J. Baudry.

– 2002 [1802], « Diario de viaje », in *Alexander von Humboldt en el Perú : Diario de viaje y otros escritos*, Lima, Banco Central de Reserva del Perú & Goethe Institut Inter Nationes Lima.

HUMBOLDT Alexandre et BONPLAND Aimé, 1819, *Voyage de Humboldt et Bonpland. Première partie : Relation historique*, t. 2, Paris, N. Maze.

JEFFERSON Thomas, 1787 [1784-1785], *Notes on the State of Virginia*, Londres, John Stockdale.

– 1903, *The Writings of Thomas Jefferson*, t. 16, Washington (DC), Thomas Jefferson Memorial Association.

JONSSON Fredrik Albritton, 2013, *Enlightenment's Frontier : The Scottish Highlands and the Origins of Environmentalism*, New Haven (CT), Yale University Press.

KUPPERMAN Karen Ordahl, 1982, « The Puzzle of the American Climate in the Early Colonial World », *The American Historical Review*, vol. 87, nº 5, p. 1262-1289.

– 1984, « Climate and Mastery of the Wilderness in Seventeenth-Century New England », *in* David D. HALL et David G. ALLEN (dir.), *Seventeenth-Century New England : A Conference Held by the Colonial Society of Massachusetts*, Boston, Colonial Society of Massachusetts, p. 3-38.

LATOUR Bruno, 1991, *Nous n'avons jamais été modernes. Essai d'anthropologie symétrique*, Paris, La Découverte.

LESCARBOT Marc, 1609, *Histoire de la Nouvelle-France*, Paris, Jean Milot.

LOWENTHAL David, 2000, *George Perkins Marsh : Prophet of Conservation*, Seattle (WA), University of Washington Press.

Marsh George Perkins, 1864, *Man and Nature, or Physical Geography as Modified by Human Action*, New York, Scribner.
Minguet Charles, 1997, *Alexandre de Humboldt, historien et géographe de l'Amérique espagnole (1799-1804)*, Paris, L'Harmattan.
Moon David, 2010, « The Debate over Climate Change in the Steppe Region in Nineteenth-Century Russia », *The Russian Review*, nº 69, p. 251-275.
Pauw Cornélius de, 1768-1769, *Recherches philosophiques sur les Américains*, vol. 1 et 2, Berlin, George Jacques Decker.
Pisani Donald J., 1985, « Forests and Conservation (1865-1890) », *The Journal of American History*, vol. 72, nº 2, p. 340-359.
Poivre Pierre, 1769, *Voyage d'un philosophe, ou Observations sur les mœurs et les arts des peuples de l'Afrique, de l'Asie et de l'Amérique*, Londres et Lyon, J. de Ville et L. Rosset.
Rauch François-Antoine, an X, *Harmonie hydrovégétale et météorologique, ou Recherches sur les moyens de recréer avec nos forêts la force des températures et la régularité des saisons*, vol. 1 et 2, Paris, Levrault.
– 1818, *Régénération de la nature végétale, ou Recherches sur les moyens de recréer dans tous les climats les anciennes températures et l'ordre primitif des saisons par des plantations raisonnées*, vol. 1 et 2, Paris, Didot l'aîné.
Roger Jacques, 1989, « Buffon, Jefferson et l'homme américain », *Bulletins et mémoires de la Société d'anthropologie de Paris*, vol. 1, nos 3-4, p. 57-65.
Spary Emma C., 2005 [2000], *Le Jardin d'utopie. L'histoire naturelle en France de l'Ancien Régime à la Révolution*, Paris, Muséum d'histoire naturelle.
Vogel Brant, 2011, « The Letter from Dublin : Climate Change, Colonialism, and the Royal Society in the Seventeenth Century », *Osiris*, vol. 26, nº 1, p. 111-128.
Williamson Hugh, 1771, « An Attempts to Account for the Change of Climate, Which Has Been Observed in the Middle Colonies in North-America », *Transactions of the American Philosophical Society*, nº 1, p. 272-280.
– 1811, *Observation on the Climate in Different Parts of America*, New York, T. & J. Swords.
Zeuske Michael, 2001, « Vater der Unabhängigkeit ? Humboldt und die Transformation zur Moderne im spanischen Amerika », *in* Ottmar Ette *et al.* (dir.), *Alexander von Humboldt. Aufbruch in die Moderne*, Berlin, Akademie Verlag, p. 179-224.

Index

A

Airy, George, 69, 128, 132, 135, 200.
Albert, prince consort, 17, 80, 189.
Alembert, Jean Le Rond d', 203, 230.
Anderson, Alexander, 445.
Anderson, John, 81, 90.
Anderson, Margo, 414, 430.
Anderson, Warwick, 448.
Arago, François, 151, 153, 172.
Ashmolean Museum, 75.
Assmann, Richard, 167, 168, 178, 179.
Audubon, John James, 336.

B

Babbage, Charles, 123, 138, 140, 149, 188, 189, 190, 192, 199, 377.
Bacon, Francis, 37, 286.
Banks, Joseph, 89, 314.
Bartram, William, 327, 333, 336, 342, 343, 345.
Bayly, Christopher Alan, 12, 19, 20, 24, 25, 27, 312, 322, 417, 425, 430.
Bentham, Jeremy, 122, 370, 387.
Bernardin de Saint-Pierre, Jacques-Henri, 444, 445, 448.
Bernoulli, Jean III, 57.
Berthollet, Claude, 22, 48, 371.
Bessel, Friedrich, 123, 124.
Biot, Jean-Baptiste, 63, 65, 69.
Boas, Franz, 159, 162, 399, 403, 404, 405.
Boerhaave, Hermann, 118, 119, 141.
Bohr, Niels, 198.
Boltzmann, Ludwig, 125, 195, 196, 201.
Bolyai, János, 214, 215, 218, 219.
Bonald, Louis de, 93-97, 99, 110, 113.
Bonpland, Aimé, 169, 441, 449.
Boucher de Perthes, Jacques, 23, 267-282.
Boussingault, Jean-Baptiste, 445, 448.
Boyle, Robert, 117, 118, 138, 303, 439, 448.
Braque, Georges, 49.
British Museum, 77, 78, 81, 82, 86, 90, 91.
Buffon, Georges Louis Leclerc, comte de, 186, 206, 220, 244, 246, 247, 253, 260, 293, 437, 439, 440, 442, 448, 449, 450.

C

Cabanis, Pierre-Jean-Georges, 97, 110, 113.
Carnot, Sadi, 70, 371, 385, 387.
Cassini, Jean-Dominique, dit Cassini IV, 56, 61, 69, 179.
Cauchy, Augustin-Louis, 209, 211, 212, 214, 215, 217, 218, 220.
Cézanne, Paul, 47.

Chaptal, Jean-Antoine, 371-375, 377, 378, 387, 388, 415.
Chimborazo, 168, 180, 435.
CNAM, Conservatoire national des arts et métiers, 77-81, 83, 85, 88, 89.
Cole, Henry, 83, 85, 126, 130, 138.
Comte, Auguste, 17, 107, 144, 160, 161, 252, 253, 258, 260, 273, 293, 400, 425.
Condorcet, marquis de, 184, 370, 387.
Cook, James, 59, 60, 169, 336, 442.
Cornell, université, 138, 139, 260, 302, 341-343, 365, 405, 406, 408.
Coulomb, Charles-Augustin, 184, 192, 201, 291, 301, 303.
Crelle, August Leopold, 209.
Cromer, Lord, 134.
Crystal Palace (Great Exhibition, Grande Exposition, Exposition universelle, Exposition universelle des produits de l'industrie de toutes les nations, le Grand Shalimar, à Londres en 1851), 17, 18, 19, 48, 74, 78, 80, 84-86, 89, 91.
Cuvier, Frédéric, 80.
Cuvier, Georges, 80, 260, 262, 270, 327, 338.

D

Dalton, John, 33, 41.
Darwin, Charles, 25, 33, 148, 252-263, 336, 339, 340, 343, 344, 402, 406-408, 428.
Daubenton, Louis Jean-Marie, 76.
Davy, Humphry, 41.
Descartes, René, 36.
Destutt de Tracy, Antoine, 97, 98, 111.
Dickens, Charles, 131, 132, 138.
Diderot, Denis, 76, 89, 206, 209, 220, 288, 302.
Dilthey, Wilhelm, 106-108, 111, 112.
Du Bois-Reymond, Emil Heinrich, 294.
Dufay, Charles, 120.
Dupin, Charles, 80, 81, 83, 85, 89, 190, 327, 371, 373, 387.
Durkheim, Émile, 108, 109, 111, 273.

E

East India Company (Compagnie anglaise des Indes orientales) 78, 83, 172, 305-308, 313, 323, 443.
École de médecine, Paris, 77.
Edison, Thomas, 48.
Eiffel (tour), 143-145, 148, 150-152, 159, 160, 162.
Einstein, Albert, 49, 59, 64, 67, 70, 179, 216.
Encke, Johann Franz, 66, 186-188, 190, 192, 200.
Encyclopédie, 76, 77, 89, 96, 98, 110, 204, 206, 220, 288, 302.
Engels, Friedrich, 17, 279, 402.
Erxleben, Johann Christian Polycarp, 290, 301.
Eugenics Record Office, 402, 405.
Euler, Leonhard, 203, 205, 208, 219.
Exposition industrielle, Paris (1844), 79, 83.

F

Fahrenheit, Daniel, 118, 119, 141.
Faraday, Michael, 41, 118, 139.
Flammarion, Camille, 69, 141, 156, 163, 387.
Fontanes, Louis de, 96, 99.
Forster, Johann Reinhold, 442.
Förster, Wilhelm, 67, 296, 297, 302.
Foucault, Michel, 116, 138, 152, 162, 163, 391, 395, 406, 408, 414, 431.
Fourier, Charles, 270, 274.
Fourier, Joseph, 207, 217, 371.
Franklin, Benjamin, 22, 25, 28, 279, 330-332, 337-339, 343-345.

G

Galle, Johann Gottfried, 67.
Galois, Évariste, 203, 213-220.
Galton, Francis, 24, 216, 258, 397, 399, 401, 402, 428, 429.
Gauss, Carl Friedrich, 56, 61, 172, 173, 179, 194, 214.
Geoffroy Saint-Hilaire, Étienne, 80, 151, 253, 254, 261.
Geological Survey, 41.
Gobelins (manufacture des), Paris, 77, 120.
Gray, Stephen, 120, 207, 215, 220.
Great Trigonometrical Survey of India, 170, 315, 318.
Gross, Hans, 167, 168.
Gross, Paul R., 93.
Guyton de Morveau, Louis, 371, 378.

H

Hamy, Ernest, 87, 90.
Hardy, Godfrey Harold, 320.
Harvard, université, 28, 55, 156, 220, 241, 333, 337, 340, 343-345, 362, 363, 407, 461.
Hauksbee, Francis, 120.
Hegel, Georg Wilhelm Friedrich, 43, 102, 104.
Helmholtz, Hermann von, 103, 104, 111, 124, 130, 138, 167, 191, 200, 294, 296, 297, 299, 302, 303.
Herschel, John, 65, 69, 70, 124, 125, 138, 139, 149, 171, 187, 195.
Hertz, Heinrich, 125.
Hilbert, David, 215.
Hindu College, Calcutta, 318.
Hobsbawm, Eric, 11, 28, 45, 52.
Humboldt, Alexander von, 168, 179, 247, 336, 337, 449, 450.
Humboldt, Wilhelm von, 43.
Huxley, Thomas Henry, 46, 252.

I

Imperial Forest Department, Inde, 446.
Isfahani, Abu Talib Khan, 16.

J

Jacobi, Carl Gustav, 207-210, 212-214, 220.
James, William, 143, 144, 161-163.
Jardin du roi, Paris (Jardin des plantes), 75, 77.
Jefferson, Thomas, 122, 336, 338, 342, 438, 449, 450.
Jenkin, Fleeming, 127, 133.
Johns Hopkins, université, 28, 90, 91, 163, 164, 239, 240, 298, 341, 344, 387, 431.
Jones, William, 237, 240, 305, 306, 309, 310, 319, 323, 324, 338, 342, 344.
Joule, James Prescott, 51, 128, 191, 201, 292, 293, 303.
Journal des débats, 96.

K

Kant, Immanuel, 43, 59, 246, 247, 262.
Koch, Robert, 220, 224, 233, 234, 237, 238, 240, 241, 394, 407.
Koselleck, Reinhart, 11, 12, 15, 16, 19, 21, 28, 29, 111.
Krakatoa, 177, 181.
Kremser, Victor, 167.
Kuhn, Thomas, 13, 29, 34, 52, 201, 293, 302.
Kula, Witold, 121, 122, 126, 139.

L

Lagrange, Joseph-Louis, 22, 184, 190, 203-210, 219, 220.
Lamarck, Jean-Baptiste, 253-256, 262.
Laplace, Pierre-Simon, 22, 60, 70, 183-186, 190, 194, 200, 209, 291, 371.

Lavoisier, Antoine, 22, 35, 48, 120, 121, 183, 291.
Legendre, Adrien-Marie, 207.
Lepenies, Wolf, 94, 112.
Le Verrier, Urbain, 60, 67.
Lichtenberg, Georg Christoph, 290, 293, 301.
Lister, Joseph, 224, 227.
Littlewood, John Edensor, 320.
Lloyd, Humphrey, 171.
Lobatchevski, Nikolaï Ivanovitch, 56, 214.

M

Macaulay, Thomas Babington, Lord, 157, 321, 323.
Mach, Ernst, 115, 125.
Mahmoud Bey, 128.
Maine, Henry Sumner, 402.
Malevitch, Kasimir, 49.
Malthus, Thomas, 186, 200, 255, 262, 339, 345, 385, 461.
Manchester Literary and Philosophical Society, 41.
Marx, Karl, 17, 273, 279, 400, 407.
Maudslay, Henry, 122, 123.
Maury, Matthew F., 174, 180, 337, 340, 345.
Maxwell, James Clerk, 125, 130, 133, 139, 148, 195, 200, 294, 295, 297, 299.
Mayer, Tobias, 60, 179.
Mendeleïev, Dmitri, 148.
Mercure de France, 96, 99, 110, 323.
Mill, John Stuart, 17, 103, 107, 108, 112, 188, 400.
Mohl, Hugo von, 101-104, 106.
Monge, Gaspard, 81, 209, 211, 371.
Montgomerie, Thomas George, 316.
Mourgue, Jacques-Antoine, 372, 376, 377, 388.
Musil, Robert, 115, 135, 139.

N

Nagaoka, Hantarō, 361.
Napoléon Ier (Napoléon Bonaparte), 79, 271.
Napoléon III (Louis-Napoléon Bonaparte), 271.
Neumayer, Georg von, 176.
Newton, Isaac, 16, 38, 117, 203, 204, 310, 323, 343.
Nichol, John Pringle, 188, 200.
Nightingale, Florence, 226, 240.
Nishina, Yoshio, 361.
Nollet, Jean-Antoine (dit l'abbé Nollet), 289, 290, 293, 302.

O

Ordnance Survey of Great Britain and Ireland, 311, 314.

P

Parent-Duchâtelet, Alexandre, 379.
Pasteur, Louis, 223, 224, 227, 231-234, 237, 240, 241, 431.
Pearson, Karl, 24, 28, 216, 399, 405, 428, 429, 431, 432.
Peirce, Charles Saunders, 144, 164.
Perrault, Claude, 61.
Petrie, Flinders, 128.
Petrie, William, 128.
Pickering, Edward Charles, 55, 70, 150, 164, 201, 303, 406.
Poincaré, Henri, 70, 125, 179.
Poisson, Denis, 209, 213, 217, 412, 427, 432.
Poivre, Pierre, 443, 444, 450.
Poncelet, Jean-Victor, 190, 209.
Première Guerre mondiale (la Grande Guerre), 11-14, 21, 23, 49, 112, 210, 239, 321, 360, 362, 411, 429, 446.
Prichard, James Cowles, 247, 248, 254, 256, 262, 263, 396.
Priestley, Joseph, 16, 17, 22, 29.

Q

Quetelet, Adolphe, 24, 64, 70, 173, 193-196, 200, 216, 398, 420, 425-427, 432.

R

Ramanujan, Srinivasa, 218, 320, 321, 323.
Reddy, William, 119, 140.
Rennell, James, 312-315, 323, 324.
Reuleaux, Franz, 131, 296, 302, 303.
Révolution de 1848, 74, 81, 100, 281.
Révolution française (la), 11, 34, 77, 248, 373, 395.
Révolution industrielle, 34, 36, 272, 280, 287, 370, 372, 373, 376, 378, 381-383.
Révolution microbienne, 225, 231, 237, 238.
Révolution scientifique (première), 33, 34, 38.
Révolution scientifique (seconde), 13, 21, 22, 34, 36, 38, 48.
Richet, Charles, 156, 223, 224, 230, 239, 240.
Riemann, Bernhard, 215, 216, 218.
Ross, James Clark, 173, 433.
Rowland, Henry, 23, 298, 299, 303.
Royal Institution, Londres, 41.
Royal Society for the Encouragement of the Arts, Manufactures and Commerce (RSA), 78-80, 83, 85.
Royal Society, Londres, 75, 78, 83, 89, 90, 117, 172-174, 177, 181, 200, 268, 293, 314, 324, 330, 345, 388, 450.

S

Sabine, Edward, 167, 171, 173, 179, 180.
Saint-Simon, Claude-Henri de, 270, 369, 386, 388.
Salpêtrière (la), Paris, 77, 155.
Savary des Brûlons, Jacques, 119.
Say, Jean-Baptiste, 270, 273, 374, 378, 385, 388, 425.
Schleiden, Matthias, 105.
Siemens, Werner von, 127, 130, 133, 134, 140, 167.
Silliman, Benjamin, 332, 333, 343.
Sloane, Hans, 75-77.
Smith, Adam, 107, 185, 201, 252, 262, 273, 431.
Smithsonian Institution, 333, 337, 343, 345, 401.
Smyth, Charles Piazzi, 127, 128, 129, 134, 138, 141.
Snow, Charles Percy, 94, 112, 228, 229.
Spencer, Herbert, 17, 25, 28, 252-258, 262, 263.
Sybel, Heinrich von, 104.

T

Tambora, 26, 177.
Tanabe, Sakurō, 359.
Thomson, William (Lord Kelvin), 125, 127, 130, 133, 156, 175, 187, 191, 192, 195, 300, 303, 359, 360.

U

University College, Londres, 42, 428, 431.

V

Vaucanson, Jacques de, 75, 77.
Victoria, reine, 18, 86, 90, 324, 431.
Vogt, Carl, 105.

W

Wallace, Alfred Russel, 25, 252, 254, 255, 257, 261, 263, 339.
Weber, Max, 25, 30, 138, 140.
Weber, Wilhelm Eduard, 172.

Weyprecht, Karl, 176.
Whewell, William, 14, 149, 171, 187, 188, 192, 201, 293.
Whitney, Eli, 91, 122, 140.
Williamson, Hugh, 437, 438, 439, 446, 450.
Wollstonecraft, Mary (ép. Shelley), 26, 29.
World Fair, Chicago (1892), 159.

Z

Zach, Franz-Xaver von, 61.

Table

Introduction au tome 2 :
Globalisation, science et modernité. De la guerre de Sept Ans à la Grande Guerre
par Kapil Raj et H. Otto Sibum 11

Première partie
Sciences, cultures, sociétés

1. **Les révolutions analytiques et les synthèses du modernisme**
par John V. Pickstone 33

2. **L'observatoire. Régimes de spatialité et délocalisation du savoir**
par David Aubin 55

3. **Musées, expositions et contexte urbain**
par Miriam R. Levin 73

4. **Partages politiques des savoirs. Lettres *versus* sciences, *Geisteswissenschaften* versus *Naturwissenschaften***
par Wolf Feuerhahn 93

5. **Modernité et métrologie**
par Simon Schaffer 115

6. **Des natures autres. Hétérotopies de la science du XIX^e^ siècle**
par John Tresch 143

DEUXIÈME PARTIE

CHAMPS DE SCIENCES

7. **INVENTORIER LA TERRE**
PAR SABINE HÖHLER 167

8. **COMMENT MARCHE LE MONDE ?**
PAR M. NORTON WISE 183

9. **IMAGES DE MATHÉMATIQUES**
PAR AMIR ALEXANDER 203

10. LES MICROBES ET LES HUMAINS
PAR ILANA LÖWY 223

11. **MONDIALISATION, ÉVOLUTION ET SCIENCE RACIALE**
PAR BRONWEN DOUGLAS 243

TROISIÈME PARTIE

PRODUIRE L'ALTÉRITÉ

12. **BOUCHER DE PERTHES AU TRAVAIL. INDUSTRIE ET PRÉHISTOIRE AU XIX^e^ SIÈCLE**
PAR NATHAN SCHLANGER 267

13. **LES SCIENCES ET LES SAVOIRS TRADITIONNELS**
PAR H. OTTO SIBUM 285

14. **HÉGÉMONIE IMPÉRIALE OU INTERACTION CONSTRUCTIVE ? L'INDE COLONIALE AU XIX^e^ SIÈCLE**
PAR KAPIL RAJ 305

15. **ÉPISTÉMOLOGIES COLONIALES AUX ÉTATS-UNIS**
PAR JOYCE E. CHAPLIN 327

16. **LA SCIENCE « OCCIDENTALE » SOUS LA RESTAURATION MEIJI. MIMÉTISME OU APPROPRIATION INTELLIGENTE ?**
PAR KENJI ITO 347

QUATRIÈME PARTIE

LES SCIENCES ET LE GOUVERNEMENT DU MONDE

17. *MUNDUS ŒCONOMICUS* : RÉVOLUTIONNER L'INDUSTRIE ET REFAIRE LE MONDE APRÈS 1800
PAR JEAN-BAPTISTE FRESSOZ 369

18. HÉRÉDITÉ, RACE ET EUGÉNISME DANS LE LONG XIX^e SIÈCLE
PAR STAFFAN MÜLLER-WILLE 391

19. L'EXPLORATION STATISTIQUE DU SOCIAL. ADMINISTRATIONS, ASSOCIATIONS SAVANTES ET DÉBATS PUBLICS
PAR LUC BERLIVET 411

20. CHANGEMENT CLIMATIQUE, AGIR HUMAIN ET COLONISATION
PAR FABIEN LOCHER 435

INDEX 451

LES AUTEURS 461

CRÉDITS PHOTOGRAPHIQUES ET SOURCES 465

Les auteurs

Amir Alexander

Associate Professor d'histoire à l'UCLA. Il a notamment publié : *Geometrical Landscapes : The Voyages of Discovery and the Transformation of Mathematical Practice* (2002) ; *Duel at Dawn : Heroes, Martyrs, and the Rise of Modern Mathematics* (2010) ; et *Infinitesimal : How a Dangerous Mathematical Theory Shaped the Modern World* (2014).

David Aubin

Professeur d'histoire des sciences à l'université Pierre-et-Marie-Curie (Sorbonne universités) et chercheur à l'Institut de mathématiques de Jussieu-Paris Rive gauche. Spécialiste de l'histoire des sciences de l'observatoire et des sciences mathématiques, il a notamment dirigé la publication des ouvrages collectifs suivants : avec Charlotte Bigg et H. Otto Sibum, *The Heavens on Earth : Observatories and Astronomy in Nineteenth-Century Science and Culture* (2010) ; avec Catherine Goldstein, *The War of Guns and Mathematics : Mathematical Practices and Communities in France and Its Western Allies around World War I* (2014).

Luc Berlivet

Chercheur au CNRS (CERMES3) et enseignant à l'EHESS, il travaille à l'interface de l'histoire et de la sociologie des sciences et de la médecine. Il a récemment codirigé le volume *Médecine et religion. Compétitions, collaborations, conflits (XII^e^-XX^e^ siècle)* (2013).

Joyce E. Chaplin

James Duncan Phillips Professor of Early American History à Harvard University, elle est spécialiste de l'histoire des sciences et de l'environnement. Elle a récemment publié *Round about the Earth : Circumnavigation from Magellan to Orbit* (2012) et a codirigé, avec Paul Freedman et Ken Albala, *Food in Time and Place* (2014). *The New Worlds of Thomas Robert Malthus*, coécrit avec Alison Bashford, va paraître prochainement.

Bronwen Douglas

Associate Professor à l'Université nationale d'Australie (Canberra), elle a dirigé avec Chris Ballard *Foreign Bodies : Oceania and the Science of Race (1750-1940)* (2008) et publié *Science, Voyages, and Encounters in Oceania (1511-1850)* (2014). Historienne des rencontres interculturelles en Océanie, elle s'intéresse à l'histoire des idées des différences humaines et de race.

Wolf Feuerhahn

Chercheur au CNRS (Centre Alexandre-Koyré) et directeur de la *Revue d'histoire des sciences humaines*, il travaille sur l'histoire transnationale de l'organisation des savoirs en Europe (XVIII^e^-XIX^e^ siècle). Sur ces questions, il a notamment édité : *La Fabrique internationale de la science. Les congrès scientifiques entre 1865 et 1945* (2010) ; et *Les Sciences de l'homme à l'âge du neurone* (2011).

Jean-Baptiste Fressoz

Chargé de recherche au CNRS, historien des sciences, des techniques et de l'environnement. Il a récemment publié : *L'Apocalypse joyeuse. Une histoire du risque technologique* (2012) ; et avec Christophe Bonneuil, *L'Événement anthropocène. La Terre, l'histoire et nous* (2013).

Sabine Höhler

Associate Professor en *science studies* au KTH Royal Institute of Technology à Stockholm. Ses recherches concernent l'histoire des sciences de la Terre et de l'écologie. Parmi ses publications figurent *Luftfahrtforschung und Luftfahrtmythos. Wissenschaftliche Ballonfahrt in Deutschland (1880-1910)* (2001) et *Spaceship Earth in the Environmental Age (1960-1990)* (2015). Elle a également codirigé, avec Iris Schröder, *Welt-Räume. Geschichte, Geographie und Globalisierung seit 1900* (2005).

Kenji Ito

Associate Professor à SOKENDAI (The Graduate University for Advanced Studies), spécialiste de l'histoire des sciences et des techniques au Japon aux XIX^e^ et XX^e^ siècles. Parmi ses récentes publications figure : « Superposing Dynamos and Electrons : Electrical Engineering and Quantum Physics in the Case of Nishina Yoshio », *in* Shaul Katzir *et al.* (dir.), *Traditions and Transformations in the History of Quantum Physics* (2013).

Miriam R. Levin

Professeure d'histoire et d'histoire de l'art à la Case Western Reserve University (Cleveland, États-Unis). Elle a notamment publié : *When the Eiffel Tower Was*

New : French Visions of Progress at the Centennial of the Revolution (1989) ; *Defining Women's Scientific Enterprise : Mount Holyoke Faculty and the Rise of American Science* (2004) ; et *Urban Modernity : Cultural Innovation in the Second Industrial Revolution* (directrice de recherche et première auteure) (2011). Elle a dirigé *Cultures of Control* (2002). Elle est membre à vie de Clare Hall, Cambridge University.

Fabien Locher

Chargé de recherche au CNRS, spécialiste de l'histoire environnementale des mondes contemporains, il est l'auteur de *Le Savant et la tempête. Étudier l'atmosphère et prévoir le temps au XIXe siècle* (2008) et d'une *Introduction à l'histoire environnementale* (2014) publiée en collaboration avec J.-B. Fressoz, F. Graber et G. Quenet.

Ilana Löwy

Directrice de recherche à l'INSERM, elle a étudié l'histoire de la bactériologie, de l'immunologie, de la médecine tropicale, de l'oncologie, et les intersections entre biomédecine et études de genre. Parmi ses dernières publications figurent : *Virus, moustiques et modernité. La fièvre jaune au Brésil entre science et politique* (2001) ; *Preventive Strikes : Women, Precancer and Prophylactic Surgery* (2009) ; et *A Woman's Disease : A History of Cervical Cancer* (2011).

Staffan Müller-Wille

Senior lecturer et codirecteur d'Egenis, le centre pour l'étude des sciences de la vie à l'université d'Exeter, il est également professeur honoraire à l'université de Lübeck. Il a récemment publié *A Cultural History of Heredity* (2012) avec Hans-Jörg Rheinberger. Il travaille actuellement sur la traduction critique d'un ouvrage de Gregor Mendel ainsi que sur un livre consacré à Linné.

John V. Pickstone (1944-2014)

Professeur émérite à l'université de Manchester, où il a fondé le Centre pour l'histoire des sciences, des techniques et de la médecine. Parmi ses nombreuses publications, on notera plus particulièrement : *Ways of Knowing : A New History of Science, Technology and Medicine* (2001).

Kapil Raj

Directeur d'études à l'École des hautes études en sciences sociales, Paris. Historien des interactions culturelles entre Européens et Asiatiques dans le domaine des savoirs et des sciences, il a publié *Relocating Modern Science : Circulation and the Construction of Knowledge in South Asia and Europe*

(1650-1900) (2007) et codirigé, avec Simon Schaffer, Lissa Roberts et James Delbourgo, *The Brokered World* (2009).

Simon Schaffer

Professeur d'histoire des sciences à l'université de Cambridge. Il a codirigé, avec James Delbourgo, Kapil Raj et Lissa Roberts, *The Brokered World* (2009) et a récemment publié *La Fabrique des sciences modernes* (2014).

Nathan Schlanger

Professeur d'archéologie à l'École nationale des chartes, Paris. Spécialiste de l'histoire et de la politique de l'archéologie et des sciences sociales en Europe et dans des contextes coloniaux, il a récemment publié : *Marcel Mauss. Techniques, technologie et civilisation* (édition et présentation, 2012) ; *La Préhistoire des autres. Perspectives archéologiques et anthropologiques* (codirection avec A.-C. Taylor, 2012) ; et *European Archaeology Abroad : Global Settings, Comparative Perspectives* (codirection, 2013).

H. Otto Sibum

Hans Rausing Professor d'histoire des sciences à l'université d'Uppsala, il a codirigé, avec David Aubin et Charlotte Bigg, *The Heavens on Earth : Observatories and Astronomy in Nineteenth-Century Science and Culture* (2010) et édité un numéro spécial de *Studies in History and Philosophy of Science* (2008) intitulé « Science and the Changing Senses of Reality ».

John Tresch

Associate Professor en histoire et sociologie des sciences à l'université de Pennsylvanie, docteur en histoire et philosophie des sciences de l'université de Cambridge et ancien élève de l'ENS, il a récemment publié *The Romantic Machine : Utopian Science and Technology after Napoleon* (2013, prix Pfizer, History of Science Society). Parmi ses recherches actuelles sont une étude ethnographique de la neuroscience de la méditation et un examen des œuvres scientifiques d'Edgar Poe.

M. Norton Wise

Distinguished Professor, département d'histoire, UCLA. Avec Angela Creager et Elizabeth Lunbeck, il a co-signé l'ouvrage collectif *Science without Laws : Model Systems, Cases, and Exemplary Narratives* (2007), et avec Tiago Saraiva un numéro spécial de la revue *Historial Studies in the Natural Sciences* intitulé *Autarky/Autarchy : Genetics, Food Production, and the Building of Fascism* (2010).

Crédits photographiques et sources

Page 10 : Lithographie couleur publiée par Joseph Nash (1809-1878) en 1854, London Metropolitan Archives, Londres. © Bridgeman Art Library.

Page 32 : © Image Asset Management/age fotostock.

Pages 50, 101, 208, 276, 315, 416 : Collection particulière.

Page 54 : Otto Wilhelm Struve, *Übersicht der Thätigkeit der Nicolai-hauptsternwarte während der ersten 25 Jahre ihres Bestehens,* Saint-Pétersbourg, Buchdruckerei der K. Akademie der Wissenschaften, 1865. © University of Cambridge, Institute of Astronomy Library.

Page 72 : Avec l'aimable autorisation de Brown University Library, Providence, USA.

Page 92 : Henri-Paul Nénot, *Monographie de la nouvelle Sorbonne*, Paris, Imprimerie nationale, 1903. © Coll. part.

Page 114 : © Whipple Museum of the History of Science, University of Cambridge, UK.

Page 142 : © RMN-Grand Palais (musée d'Orsay), Paris/René-Gabriel Ojéda.

Pages 158, 368 : © BNF, Paris.

Page 166 : Franz Linke, *Die Luftschiffahrt von Montgolfier bis Graf Zeppelin*, Berlin, A. Schall, 1909, p. 240-241. © Coll. part.

Page 182 : Jean-Baptiste Biot, *Traité élémentaire d'astronomie physique*, 2e éd., Paris, Klostermann, 1811, vol. 3, illustr. 4. © BNF, Paris.

Page 189 : *Illustrated London News*, 1er juillet 1843. © Coll. Part.

Page 202 : À gauche © Smithsonian Institution Libraries. À droite © Coll. part.

Pages 222, 232, 416 : © Wellcome Library, Londres.

Page 225 : © Science Museum, Londres, Wellcome Images.

Pages 242, 245, 250 : © David Rumsey Map Collection.

Page 266 : Bibliothèques d'Amiens Métropole, Ms 1370. f.33.

Page 284 : *Temps préhistoriques. Coup d'œil sur l'histoire du développement des*

machines dans l'humanité, par le professeur Reuleaux (de Berlin), membre du jury international à l'exposition de Philadelphie, Paris, Librairie F. Savy, 1876. © Médiathèques de Strasbourg/fonds patrimonial MOD 111 588.

Page 304 : Charles Doyley, *The European in India*, Londres, 1813. © Coll. part.

Page 317 **:** Clements R. Markham, *A Memoir on the Indian Surveys*, Londres, 1878. © Coll. part.

Page 326 : Avec l'aimable autorisation de l'American Philosophical Society.

Page 335 : Avec l'aimable autorisation de la Bibliothèque du Congrès.

Page 346 : Avec l'aimable autorisation de Kanagawa Prefectural Museum of Cultural History.

Page 390 : Lewis H. Morgan, *Systems of Consanguinity and Affinity of the Human Family*, Washington, The Smithsonian Institution, 1871. © Coll. part.

Page 398 : Francis Galton, « A Diagram of Heredity », *Nature* 57, 1898, p. 293. © Coll. part.

Page 410 : *Punch* Magazine Cartoon Archives © Punch Limited.

Page 434 : Bernard Debarbieux, « Figures et unité de l'idée de montagne chez Alexandre von Humboldt », *Cybergeo : European Journal of Geography* [en ligne], Epistémologie, Histoire de la Géographie, Didactique, document 617, 21 août 2012. © Coll. part.



RÉALISATION : PAO ÉDITIONS DU SEUIL
IMPRESSION : NORMANDIE ROTO IMPRESSION S.A.S. À LONRAI
DÉPÔT LÉGAL : OCTOBRE 2015. N° 107677 ( )
IMPRIMÉ EN FRANCE

Se donnant comme « la Modernité », les années 1770 à 1914 sont le temps de l'industrialisation et de l'expansion impériale et coloniale. La science est victorieuse, la technique est reine, la Terre est quadrillée et mesurée, les populations sont mises en nombres, les races sont cartographiées. Laboratoires, universités et musées se répandent à l'échelle planétaire.

Réunissant les contributions de spécialistes des quatre coins du monde, ce deuxième tome de l'*Histoire des sciences et des savoirs* nous parle des sciences physiques et mathématiques, des sciences et savoirs en Inde, de la révolution Meiji et du « provincialisme » colonial des sciences américaines. Il raconte aussi l'avènement des microbes et leur impact sur les sociétés, l'engouement populaire pour les expositions universelles et, déjà, les inquiétudes des contemporains au sujet de la détérioration du climat.

Un livre concret qui brosse un XIX^e^ siècle fascinant et… inquiétant.

Kapil Raj est directeur d'études à l'EHESS, historien des interactions culturelles entre Européens et Asiatiques dans le domaine des savoirs et des sciences. Il a publié *Relocating Modern Science: Circulation and the Construction of Knowledge in South Asia and Europe, 1650-1900* (2007).

H. Otto Sibum est professeur d'histoire des sciences à l'université d'Uppsala. Il a codirigé avec David Aubin et Charlotte Bigg *The Heavens on Earth, Observatories and Astronomy in Nineteenth-Century Science and Culture* (2010).

Avec les contributions de A. Alexander, D. Aubin, L. Berlivet, J.E. Chaplin, B. Douglas, W. Feuerhahn, J.-B. Fressoz, S. Höhler, K. Ito, M.R. Levin, F. Locher, I. Löwy, S. Müller-Wille, J.V. Pickstone, K. Raj, S. Schaffer, N. Schlanger, H.O. Sibum, J. Tresch, M.N. Wise

www.seuil.com

Couverture : Détail du Crystal Palace, Exposition universelle de Londres, 1851. (Litho couleur.) © Bridgeman Art Library.
ISBN 978.2.02.107677.6/Imprimé en France 10.15

38 €