

SCIENCE DE L'ESPRIT

Rudolf Steiner

CHALEUR

ET

MATIERE

SCIENCE DE L'ESPRIT - SCIENCE DE L'ESPRIT

SCIENCE DE L'ESPRIT - SCIENCE DE L'ESPRIT

SCIENCE DE L'ESPRIT

Rudolf Steiner

**CHALEUR ET MATIERE**

**RUDOLF STEINER**

**Impulsions de la science de l'esprit  
pour le développement de la physique**  
La chaleur, à la frontière entre matérialités  
positive et négative

**CHALEUR  
ET  
MATIERE**

Deuxième cours scientifique  
Quatorze conférences, données à  
Stuttgart du 1<sup>er</sup> au 14 mars 1920

Traduit de l'allemand par Pierre Paccoud

Editions Anthroposophiques Romandes  
11, rue Verdaine, 1204 Genève  
2000

Retranscription faite d'après un sténogramme non revu par l'auteur.

L'édition originale porte le titre :

Geisteswissenschaftliche Impulse zur Entwicklung der Physik

Zweiter Naturwissenschaftlicher Kurs

GA 321

3<sup>ème</sup> édition 1982

© Copyright 2000. Tous droits réservés by Editions Anthroposophiques Romandes

Traductions autorisée par la Rudolf Steiner-Nachlassverwaltung Dornach/Suisse

ISBN : 2-88189-144-6

## REMARQUES DU TRADUCTEUR

Au long de ces conférences, Rudolf Steiner a très souvent employé, pour désigner la chaleur (Wärme), le terme « Wesenswärme ». La langue française ne dispose pas d'une expression unique qui apparaisse satisfaisante dans tous les cas d'utilisation de ce mot, c'est pourquoi il a été ici traduit, selon les cas, par « être de la chaleur », « essence calorique », ou parfois même « chaleur » tout simplement.

Un autre terme allemand difficile à traduire apparaît aussi dans ce contexte affecté d'une importance particulière: c'est le verbe « gestalten », avec son substantif « Gestaltung », pour lesquels une traduction par « former » et « formation » ne peut être satisfaisante. En effet, ces termes apparaissent pour caractériser l'action du domaine de la sous-nature (U-Gebiet), qui est ici clairement distingué comme étant à l'opposé du domaine des éthers avec ses forces formatrices modelantes (Bildekräfte). Ce domaine U est ici présenté comme celui d'où résulte le maintien de la forme, la cohésion. On a donc, afin de nettement différencier les deux éléments de cette polarité, utilisé pour la sous-nature, les mots « structurer », « structure » et « structuration ». On a, ce faisant, sacrifié parfois la fluidité de langage que le mot « forme » aurait souvent pu apporter, à une exigence de fidélité à la précieuse rigueur de cette distinction.

## TABLE DES MATIERES

- Première conférence, Stuttgart, 1<sup>er</sup> mars 1920.....* 15  
Sensation de chaleur et thermomètre. Le raisonnement d'Achille et la tortue. Le tragique d'une pensée coupée de l'observation. Atomisme. Théories cosmiques. Constitution du Soleil: matière à indice négatif. Opposition entre vision des couleurs et sensation calorique. Théorie mécanique de la chaleur. Non-réversibilité des processus organiques et des grands processus inorganiques; calcul différentiel et calcul intégral en rapport avec la réalité.
- Deuxième conférence, 2 mars 1920.....* 42  
Dilatation par la chaleur dans une, deux et trois dimensions. L'abandon des termes de puissance élevée escamote l'essentiel. Dilatation individualisée pour les solides et commune pour les gaz en tant que symptôme. L'Accademia del cimento à l'origine de la physique moderne. Observations spécialisées riches et représentations appauvries. Le comportement anormal de l'eau. Les forces cosmiques dans la physique des Grecs. Leur transposition ultérieure dans l'atome.
- Troisième conférence, 3 mars 1920.....* 64  
Suspension de l'accroissement de température lors de la fusion et de l'ébullition.

Disparition de points dans une dimension supérieure. La physique goethéenne. La température comme quatrième dimension chez Crookes. Forme structurée individuelle pour les corps solides, pression pour les gaz.

*Quatrième conférence, 4 mars 1920*... .. 83

Relation entre volume et pression dans les gaz. La chaleur en relation avec les faits mécaniques. Abandon de l'espace tridimensionnel. L'opinion: la chaleur se transforme en travail. Organe sensoriel isolé pour la lumière et le son, l'être humain entier en tant qu'organe sensoriel pour la chaleur et la pression. Les représentations passives conscientes sont infiltrées par les perceptions des sens supérieurs. Non-perceptibilité de la volonté vers l'intérieur et de l'électricité vers l'extérieur.

*Cinquième conférence, 5 mars 1920*... .. 105

Représentations supérieures et perception sensorielle, représentations mathématiques et volonté. Surmonter le dualisme. La mémorisation d'un poème. Penser abstrait et penser imaginaire. Connaissance de l'espace et du temps d'une part et de la masse d'autre part. Kant. Forme structurée propre pour les corps solides et surface de niveau pour les liquides.

Gaz et cosmos. Exception cardinale de l'eau.

*Sixième conférence, 6 mars 1920*.....130

Pression de vapeur. Fusion de la glace sous pression. Abaissement du point de fusion des alliages. Direction de chute des corps solides et surface de niveau. Avec les liquides, elles sont matérialisées. Corps solides: image du liquide; liquides: image du gaz; gaz en tant qu'image de la chaleur.

*Septième conférence, 7 mars 1920*.....144

Fusion de la glace sous pression en tant qu'image de l'air. Evacuation de l'essentialité dans les concepts modernes des sciences de la nature. E. von Hartmann. Importance de nouveaux instituts de recherche. Réchauffement de l'eau par un travail. Planète solide: pesanteur; planète gazeuse: sphère zéro; forme polyédrique, forme négative, boule ou sphère zéro. Rapport au solide, au gazeux, au liquide. Nuit calorique, jour calorique.

*Huitième conférence, 8 mars 1920*.....165

Machine à vapeur. Conversion de la chaleur en travail et inversement. Les deux théorèmes principaux de la thermodynamique selon E.von Hartmann. J.R. Mayer. Lutte pour un système fermé dans

les corps solides. Schéma des états de corporéité: forme structurée des solides et densification-raréfaction des gaz, les liquides au milieu; la chaleur entre densification-raréfaction et matérialisation-spiritua-lisation. Le spectre habituel et le cercle fermé des couleurs chez Goethe. Analogie avec le schéma des états de corporéité.

*Neuvième conférence, 9 mars 1920*..... 186

Roue à eau et machine à vapeur. La production repose sur une différence de niveau. Rapporter les phénomènes physiques à l'être humain. Le chemin de J.R. Mayer. Les domaines de la corporéité: l'un a son image dans l'autre. Figures de polarisation. Densification-raréfaction et le son. Arc-en-ciel et arc-en-ciel connexe. Dans le spectre habituel, quelque chose reste dans l'inconnu. Circulation cosmique en rapport avec les domaines de la physique.

*Dixième conférence, 10 mars 1920*..... 207

Suppression des effets caloriques dans un cylindre de lumière au moyen de l'alun. Passage de la chaleur à travers une lentille de glace. A propos de la conduction calorique. Les domaines des états de corporéité et l'être humain. Force de structuration-représentation; chaleur-volonté.

Matière négative dans l'être humain. Effets d'aspiration au lieu d'effets de pression.

*Onzième conférence, 11 mars 1920*.....227

Les parties rouge bleue et verte du spectre. Elimination des effets caloriques par l'alun, des effets chimiques par l'aesculine, des effets lumineux par l'iode. Le spectre habituel est le produit des forces terrestres. Analogie avec les effets de l'aimant. Assombrissement – éclaircissement. Matérialisation-dématérialisation. Chaleur en tant que mouvement intensif au lieu du mouvement extensif des atomes. Volonté et représentation. La chaleur à la frontière entre effets de pression et d'aspiration. E. Mach sur les limites des théorèmes sur l'énergie. La chaleur en tant que tourbillon physique-spirituel.

*Douzième conférence, 12 mars 1920*.....247

Transparence. Equations de conduction calorique. Elargissement aux différentes parties du spectre des effets correspondants. Positif, négatif, imaginaire. Nombres super-imaginaires et fermeture du spectre par infléchissement. Position du vivant par rapport à la nature inorganique.

Expériences avec l'alun, la teinture d'iode et l'aesculine. La chaleur agit dans le gaz – la lumière le traverse sans être dissociée: image d'une image. Effets chimiques dans les liquides. Les effets vitaux sont absents dans les solides. La chaleur en tant qu'état d'équilibre entre éthérique et matériel-pondérable. Remarque sur la physique du passé et celle du futur. Sphère zéro en tant que frontière spatiale de la physique d'aujourd'hui. A propos de l'entropie.

Dans le spectre, les effets se montrent à l'état pur. Effets chimiques – processus chimiques; effets chimiques – effets de son. La captation des effets par la Terre dans un cas, l'action périphérique dans l'autre. Effets pondérables et impondérables. Différences de niveau à l'intérieur de l'un des domaines de la réalité et entre ces domaines. Perception du son. Remplissage de l'espace – évidence de l'espace. Terre et planètes. Les effets cosmiques sont transposés dans l'atome. Déchirement de l'espace, éclair. Représentations abstraites – penser adapté au réel. Universités populaires, académies, technique. La germination dans l'observation

microscopique et son point d'origine  
cosmique.

*REMARQUES DE L'EDITEUR*... .. 308

*NOTES*... .. 312

*Œuvres de Rudolf Steiner disponibles en langue  
française*... ..338

## AVIS AU LECTEUR

Au sujet de ses publications privées, Rudolf Steiner s'exprime de la manière suivante dans son autobiographie «Mein Lebensgang » (chapitre 35 et 36, mars 1925) :

«Le contenu de ces publications était destiné à la communication orale, non à l'impression(...).

Nulle part il n'est rien dit qui ne soit uniquement le résultat de l'anthroposophie, qui est en train de s'édifier.(...) Le lecteur de ces publications privées peut pleinement les considérer comme une expression de l'anthroposophie... C'est pourquoi on a pu sans scrupule déroger à l'usage établi qui consistait à réserver ces textes aux membres. Il faudra seulement s'accommoder au fait que dans ces sténogrammes, que je n'ai pas revus, il se trouve des erreurs.

On ne reconnaît la capacité de juger le contenu d'une telle publication privée qu'à celui qui remplit les conditions préalables à un tel jugement. Pour la plupart de ces publications figurent au moins parmi ces conditions la connaissance de l'enseignement anthroposophique sur l'homme et le cosmos et celle de l'histoire selon l'anthroposophie, telle qu'elle découle des communications provenant du monde de l'esprit.»

## PREMIÈRE CONFÉRENCE

Stuttgart, 1<sup>er</sup> mars 1920

L'étude des sciences de la nature à laquelle nous nous sommes livrés lors de mon dernier séjour ici<sup>1</sup>, doit maintenant recevoir une sorte de prolongement. Je vais partir cette fois-ci d'un chapitre de la physique qui est particulièrement important pour fonder sur les sciences de la nature une conception du monde, c'est-à-dire de l'étude des relations caloriques dans le monde. Je vais essayer aujourd'hui, en introduction, de vous exposer à quel point, par une étude telle que celle à laquelle nous voulons nous livrer, on peut élaborer une notion de la signification des connaissances physiques au sein d'une conception du monde humaine et générale, et comment on peut de cette façon poser les bases d'une sorte d'impulsion pédagogique pour l'enseignement des sciences de la nature. Comme je l'ai dit, nous voulons aujourd'hui partir d'une introduction des principes, et voir jusqu'où nous pouvons aller avec cela.

Ce que l'on appelle la thermologie a pris au XIX<sup>e</sup> siècle une tournure qui a fait progresser d'une façon extraordinaire une conception matérialiste du monde. Cette progression est due au fait que les relations caloriques dans le monde fournissent plus que tout l'occasion de détourner le regard de la véritable nature de la chaleur, de l'essence de la

chaleur, pour le porter sur les phénomènes mécaniques qui résultent des relations caloriques.

La chaleur, l'homme la connaît tout d'abord par le fait qu'il éprouve les sensations qu'il appelle froid, chaud, tiède etc. Seulement les hommes s'aperçoivent rapidement qu'avec ces sensations, il ne semble être donné dans un premier temps que quelque chose de vague, quelque chose qui est en tous cas subjectif. Quiconque fait cette expérience simple – nous n'avons pas besoin de la faire ici, cela nous retarderait, mais chacun peut toujours la faire pour lui-même – peut se convaincre de ce qui suit:

Imaginez-vous que vous avez un récipient<sup>2</sup> plein d'eau à une température quelconque bien déterminée  $t$ . A droite de celui-ci, vous avez un récipient également rempli d'eau, à une température déterminée ( $t-t'$ ), c'est-à-dire à une température sensiblement plus basse que celle du premier récipient.



Et vous avez encore un autre récipient, à gauche, avec de l'eau à la température ( $t+t'$ ). Si vous prenez maintenant vos deux bras et que vous plongez les doigts tout d'abord dans les deux récipients extérieurs, vous percevez l'état de chaleur de chacun des deux récipients du point de vue de la sensa-

tion. Vous pouvez maintenant tremper les mêmes doigts dans le récipient du milieu et vous allez voir que pour le doigt qui avait été trempé dans le liquide plus froid, la température apparaît relativement chaude, alors que pour le doigt qui avait été trempé dans le liquide plus chaud, la température apparaît relativement froide. C'est ainsi que la même température apparaît diversement pour le ressentir subjectif selon que l'on a été auparavant subjectivement exposé à l'une ou l'autre température. De même, tout homme sait bien que quand on va dans une cave, c'est tout différent selon que l'on est en été ou en hiver. Si l'on y va en hiver, la cave semblera chaude, même si le thermomètre indique la même température, alors que si l'on y va en été, la cave semble fraîche. Et de ce fait, on conclut à priori: oui, la sensation subjective de chaleur n'est pas significative; il convient d'une façon ou d'une autre d'établir objectivement quel est l'état de chaleur d'un corps quelconque ou d'un lieu quelconque. Je n'ai pas besoin de rentrer ici dans les phénomènes élémentaires de la mesure des températures, ni de ses instruments élémentaires. Ils doivent être supposés connus. Je peux donc dire simplement: Lorsqu'on mesure objectivement avec le thermomètre l'état de température d'un corps ou d'un espace, on a le sentiment suivant: on mesure là, en effet précisément le degré vers le haut ou vers le bas à partir du zéro, et l'on obtient une mesure objective de l'état de chaleur. On fait alors en pensée, une différence essentielle entre cette détermination objective à laquelle, en quelque sorte, l'homme ne prend pas

part, et la détermination subjective par la sensation, à laquelle l'homme prend part.

Or pour toutes les recherches que l'on a menées au cours du XIX<sup>e</sup> siècle, on peut dire que cette distinction a été quelque chose de fructueux, d'un certain côté, et riche de conséquences. Mais nous sommes maintenant à une époque où l'on doit être particulièrement attentif à certaines choses si l'on veut aller de l'avant dans certains domaines de la connaissance ou de la vie pratique. C'est pourquoi on doit aujourd'hui, à partir de la science elle-même, poser certaines questions que l'on a entrevues sous l'influence de conclusions du genre de celles que je vous ai exposées. Voici une question: Y a-t-il une différence, une différence réelle et objective entre le fait de faire des constatations sur la température d'un espace ou d'un corps à travers mon organisme, et le fait de faire ces constatations à travers un thermomètre, ou bien est-ce que je me trompe – cela peut certes m'être utile dans la vie de faire cette distinction –, lorsque j'introduis cette distinction dans mes idées et dans mes concepts qui doivent servir à édifier la science? Tout le cours présent va devoir servir à montrer comment aujourd'hui de telles questions doivent être posées. Car en partant des questions de principe, j'aurai à m'élever à ces questions qui échappent tout simplement à la vie pratique dans des domaines importants, du fait que l'on n'a pas prêté attention à de telles choses. Comment elles échappent à la vie dans le domaine de la technique, vous allez le voir aussi. Je veux maintenant, par principe, attirer votre

attention sur la chose suivante: Dans les considérations que je vais caractériser tout de suite après, l'attention à l'essence calorique elle-même a été complètement perdue. Et c'est pourquoi a été aussi perdue la possibilité de mettre en rapport cette essence calorique avec l'organisation avec laquelle nous devons la mettre en rapport avant toute chose dans certains domaines de la vie pratique, avec l'organisme humain lui-même. Pour caractériser, juste à titre d'introduction, de façon évidente, ce dont il s'agit, il faut prêter attention au fait que dans certains cas, aujourd'hui, nous sommes en devoir de mesurer la température de l'organisme humain proprement dit, par exemple dans les états fiévreux. Vous pouvez voir par là que la relation entre cette essence calorique inconnue, à priori inconnue, et l'organisme humain a une certaine importance. La chose la plus radicale, la façon dont elle se comporte face à des processus chimiques et techniques, j'en parlerai tout à l'heure. Mais l'on ne pourra jamais être attentif de la bonne façon à ce lien entre l'essence calorique et l'organisme humain si l'on part d'une conception mécanique de l'essence calorique ; car il échappe alors que dans l'organisme humain on a, selon les organes, une réceptivité à la chaleur très diversifiée. En effet le cœur, le foie, les poumons ont des capacités très différentes dans leur comportement envers l'essence calorique. Que l'on ne puisse pas faire une étude réelle de certains symptômes de maladie sans s'occuper des aptitudes caloriques particulières des différents organes, cela échappe à l'observation

simplement du fait que la conception de la chaleur que se fait la physique ne peut fournir aucune base pour cela. Nous ne sommes pas aujourd'hui en mesure de transposer dans le domaine de l'organique la conception que nous nous sommes faite de la chaleur en physique au cours du XIX<sup>e</sup> siècle.

Cela est perceptible aujourd'hui à celui qui a un regard pour les dégâts que causent les soi-disant recherches physiques contemporaines dans les branches les plus élevées, je veux dire dans la science des êtres organiques elle-même. C'est pourquoi il faut que soient posées certaines questions qui visent à atteindre des concepts clairs et transparents. Il n'y a rien dont on souffre plus aujourd'hui dans les sciences dites exactes que de ces concepts troubles et non-transparentes.

Que signifie au juste que je dise que lorsque j'ai trempé le doigt à droite et à gauche (voir schéma), j'ai des sensations différentes lorsque je plonge ensuite les deux doigts dans un récipient à une température donnée? Que signifie donc cela? Y a-t-il une différence réellement objective entre cette constatation et la constatation dite objective faite au moyen du thermomètre? Réfléchissez donc une fois: au lieu de votre doigt, vous trempez ici le thermomètre (à droite), puis vous le trempez là (au milieu), et vous obtiendrez différentes lectures du thermomètre selon que vous le trempez ici ou là. Si vous prenez deux thermomètres au lieu des deux doigts, la colonne de mercure va aussi se comporter différemment dans l'un et dans l'autre thermomètre.

Vous aurez ici une position de thermomètre plus basse (à droite) et là une plus haute (à gauche), l'un va donc monter et l'autre va descendre. Vous le voyez, les thermomètres ne font donc rien d'autre que ce que font vos propres sensations. Pour faire un constat d'observation, il n'y a pas de différence entre les deux thermomètres et les sensations de vos doigts. Dans l'un et l'autre cas, la même chose est constatée, à savoir la différence par rapport à l'état antérieur. Et ce dont il s'agit avec notre sensation, c'est tout simplement que nous ne portons pas en nous de point zéro. Si nous portions en nous un point zéro, si nous ne constatons pas simplement cette observation immédiate, mais que nous avons en nous un dispositif qui rapporterait à un point zéro en nous-mêmes la température que nous ressentons subjectivement, alors nous pourrions, grâce à cet élément qui n'a rien à voir avec le phénomène, qui ne lui appartient pas, constater la même chose que ce que nous pouvons constater avec le thermomètre. Vous voyez donc que pour l'établissement du concept, il n'y a pas de différence.

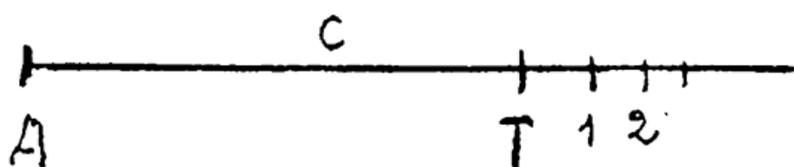
C'est donc cela qui doit être posé comme question lorsqu'on veut avant tout atteindre des concepts clairs en thermologie. Car tous les concepts qui existent là ne sont dans leur essence pas clairs du tout. Et ne croyez pas que cela soit sans conséquences. Le fait que nous ne puissions pas établir de point zéro en nous-mêmes est en relation avec notre vie tout entière. Si nous pouvions établir en nous un point zéro, nous devrions avoir un tout autre état de conscience, une vie de l'âme toute différente. C'est

justement parce que ce point zéro en nous est caché que nous pouvons vivre notre vie.

Car voyez-vous, beaucoup de choses dans la vie reposent sur le fait que dans l'organisme humain – et finalement dans l'organisme animal aussi – il y a certains processus que nous ne percevons pas. Si vous deviez éprouver sous forme de sensations subjectives tout ce qui se passe dans votre organisme, pensez donc à tout ce que vous auriez à faire. Pensez à tout le processus de la digestion, si vous deviez y participer dans le moindre détail. Beaucoup de ce qui relève des conditions de notre vie repose justement sur le fait que nous n'avons pas besoin de collaborer par la conscience à certaines choses qui s'accomplissent dans l'organisme. C'est tout simplement à cela que se rapporte le fait que nous ne portons pas consciemment en nous de point zéro, que nous ne sommes pas des thermomètres. De sorte qu'une telle distinction entre objectif et subjectif, comme on la pratique, n'est simplement plus suffisante pour la suite de l'étude de la physique.

C'est cela qui effectivement est au fond une question boiteuse dans la façon de voir des hommes depuis l'antiquité grecque, et que l'on pouvait bien laisser boiteuse. Mais elle ne peut plus rester boiteuse pour l'avenir. Car déjà les anciens philosophes grecs, Zenon<sup>3</sup>, particulièrement, ont fait remarquer certains processus de la pensée humaine qui sont de façon éclatante en contradiction avec la réalité extérieure (je dois attirer votre attention là-dessus aujourd'hui au risque de vous paraître pé-

dant). Il me suffit de vous rappeler le paradoxe d'Achille, sur lequel j'ai souvent attiré l'attention. Admettez que nous ayons ici le chemin (cf. schéma)  $c$  qu'Achille ( $A$ ) parcourt disons en un certain temps. Il court aussi vite qu'il peut. Et ici, nous avons la tortue ( $T$ ). Elle a une avance  $AT$ . Achille court après la tortue. Prenez le moment où Achille arrive ici en  $T$ . La tortue continue de courir. Achille doit lui courir après. Dans le temps où il parcourt ce segment  $AT$ , la tortue est arrivée ici (en 1), et pendant qu'il parcourt l'espace suivant  $T1$ , elle est arrivée ici en 2. C'est ainsi que la tortue court toujours un tout petit peu devant. Achille doit toujours parcourir derrière elle ce qu'elle a déjà parcouru. Et Achille ne peut jamais rattraper la tortue.



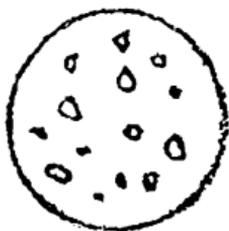
Cela est habituellement traité par les gens de la façon dont beaucoup de bons esprits, y compris de ceux qui sont assis ici, traitent cette affaire. Je vous vois venir. Vous pensez: Je sais parfaitement qu'Achille aura bientôt rattrapé la tortue et c'est tout simplement une sottise que de faire ce raisonnement qu'Achille doit toujours parcourir l'espace précédent, que la tortue est devant, qu'il ne la rattrapera jamais. C'est tout simplement une sottise, disent les gens. Mais il n'est pas juste de le dire, car le raisonnement est absolument implacable et incontournable, on ne peut rien dire contre lui. Et ce

n'est pas une sottise que de tirer cette conclusion, c'est au contraire une conclusion extraordinairement intelligente – pour la raison humaine – car elle est tout à fait inévitable, et on ne peut pas passer par-dessus. Mais sur quoi tout cela repose-t-il donc? Aussi longtemps que vous ne faites que penser, vous ne pouvez pas penser autrement que ce qu'affirme cette conclusion. Mais vous ne pensez pas comme cela, parce que tout simplement, vous regardez la réalité, et vous savez bien qu'il va de soi qu'Achille va bientôt rattraper la tortue. Et là, vous substituez la réalité à la pensée, vous ne vous appuyez plus sur le penser. Pour les hommes, la question n'est pas d'être ou non en accord avec le penser, et vous dites alors: celui qui pense comme cela est tout simplement un sot. Par le penser, on ne parvient à rien d'autre qu'à l'idée qu'Achille ne rattrape pas la tortue. Mais sur quoi cela repose-t-il? Cela repose sur le fait que lorsque nous appliquons directement notre penser de façon conséquente à la réalité, ce à quoi nous aboutissons alors s'avère faux par rapport aux faits réels. Il faut que cela soit faux. Dès que nous appliquons notre penser rationaliste à la réalité, il ne nous est d'aucune utilité de constater des soi-disant vérités qui sont fausses. Car nous devons tout simplement conclure que lorsqu'Achille court après la tortue, il doit passer par chacun des points par lesquels la tortue est passée aussi. C'est, du point de vue idéal, parfaitement exact. Mais dans la réalité, il n'agit pas ainsi, il ne touche pas chaque point. Ses jambes franchissent des espaces plus grands que celles de la tortue.

Il ne parcourt pas ce que parcourt la tortue. Il nous faut donc observer ce que fait Achille. Nous ne pouvons pas nous contenter de traiter la question par le seul penser. Nous atteignons alors d'autres résultats. Ces affaires n'émeuvent bien souvent que très peu la bonne conscience des gens, mais elles sont en vérité extrêmement significatives. Et justement aujourd'hui, à notre époque de développement scientifique, elles sont de la plus haute importance. Ce n'est que si nous nous rendons compte de la dose de réalité que contient notre penser sur les phénomènes de la nature, lorsque nous passons des observations à ce que l'on appelle l'explication, que nous viendrons à bout de la chose.

Ce qui est évident, n'est-ce pas, c'est ce qui a seulement besoin d'être décrit: voici une boule. Lorsque je la lance par ce trou, elle passe à travers. Cela, c'est maintenant l'observation. A présent, nous allons simplement chauffer un peu cette boule. Vous voyez que je peux maintenant la poser sur le trou, au début, elle ne passe pas à travers. Elle ne passera à travers que lorsqu'elle se sera suffisamment refroidie. A l'instant même où je la refroidis en versant de l'eau dessus, elle passe de nouveau à travers le trou. Cela, c'est l'observation. C'est ce qu'il me faut simplement décrire. Admettez que je commence maintenant à théoriser. Je le fais tout d'abord d'une façon très grossière, il s'agit seulement d'une introduction. Ceci serait donc la boule, et la boule serait constituée d'un certain nombre de petites particules, de molécules, ou atomes comme vous voulez. Tout ce que je théorise à ce sujet ne

relève plus de l'observation. Pour le moment, j'ai quitté l'observation. Et en ce moment je suis dans un rôle extrêmement tragique. Seuls ressentent ce tragique ceux qui veulent comprendre de telles choses.



Car si vous recherchez si Achille peut rattraper la tortue ou pas, vous pouvez vous mettre à penser: Achille doit parcourir le chemin de la tortue, il ne pourra donc jamais la rattraper. On peut prouver cela de façon stricte. Mais faites-en maintenant l'expérience. Vous placez ici la tortue et Achille ou même quelqu'un d'autre, qui ne courrait pas aussi vite qu'Achille. Vous pouvez prouver à chaque fois que l'observation vous mène à un résultat qui contredit celui de votre raisonnement. Vous rattraperez tout de suite la tortue.

Si maintenant vous voulez théoriser à propos de la boule, comment ses atomes et ses molécules sont arrangés, en quoi vous sortez aussi de l'observation, vous ne pouvez ni observer ni examiner, vous ne pourrez donc que théoriser et, dans ce domaine, ce n'est pas mieux que les allégations concernant cette portion de chemin qu'Achille n'a pas parcouru. Cela veut dire que vous introduisez toute l'imperfection de votre raisonnement dans votre réflexion au sujet de ce qui n'est plus observable. Et voilà le tragique! Nous construisons et

construisons des explications en délaissant ce qui est observable, et du fait que nous échafaudons des hypothèses et des théories, nous croyons pouvoir directement expliquer les choses. Et la conséquence de cela est que nous avons besoin de poursuivre notre activité pensante, mais que ce penser nous abandonne à l'instant où nous sortons de l'observation. Il ne concorde plus avec l'observation.

J'ai déjà insisté sur cette distinction dans le cours précédent<sup>4</sup> en traçant une frontière précise entre la phronomie (cinématique, N.d.T.) et la mécanique. La phronomie décrit de purs processus de mouvement ou d'équilibre, mais elle se limite à constater ce qui est observable. A l'instant où vous passez de la phronomie à la mécanique, où vous introduisez les concepts de force et de masse, le pur penser ne peut soudain plus nous suffire, et nous commençons tout simplement à nous informer de ce qui se passe par l'observation. Dans les processus physiques les plus simples dans lesquels la masse joue un rôle, nous ne savons plus quoi faire avec le penser seul. Et ces théories qui ont été échafaudées au cours du XIX<sup>e</sup> siècle, bien qu'elles se soient avérées pratiques, ce qui ne change rien, pour des domaines limités, elles sont apparues de telle sorte que pour les vérifier effectivement, il serait nécessaire de faire des expériences jusqu'à l'intérieur des molécules et des atomes. Cela vaut autant pour le domaine de l'infiniment grand que pour celui de l'infiniment petit. Vous vous souvenez que dans mes conférences, j'ai souvent attiré l'attention sur

une chose que nous allons rencontrer maintenant dans cette étude, avec un caractère tout à fait scientifique. J'ai souvent dit: sur la base des théories que nous pond aujourd'hui le physicien sur les relations caloriques et sur quelques autres choses qui s'y rapportent, celui-ci se fait certaines représentations à propos du Soleil. Il décrit avec la prétention que la chose tienne debout, ce que sont les relations physiques, comme il dit, sur le Soleil. Or, j'ai toujours dit que les physiciens seraient extraordinairement étonnés s'ils pouvaient faire l'expérience d'aller réellement faire un petit tour sur le Soleil et de voir à quel point rien, de ce qu'ils calculent ou théorisent sur la base des relations terrestres, n'est en accord avec les réalités du Soleil. Aujourd'hui, la chose a déjà une portée pratique bien précise, notamment par rapport à l'évolution scientifique actuelle. Ces derniers jours, la nouvelle a couru à travers le monde que l'on a pu présenter non sans mal, à Berlin, devant une société de savants, les résultats de recherches anglaises sur le parcours incurvé de la lumière des étoiles dans l'espace cosmique. Et là on a avec raison attiré l'attention sur la chose suivante. On a dit ceci: certes, les recherches d'Einstein<sup>5</sup> et de quelques autres sur la théorie de la relativité ont reçu une certaine confirmation, mais on pourrait seulement dire quelque chose de définitif si l'on en était au point où l'on pouvait rechercher par l'analyse spectrale ce qui se passe effectivement au bout du compte avec la lumière solaire, notamment à l'occasion de l'éclipse de Soleil. On pourrait voir là en effet ce qu'il n'est pas encore

possible de constater aujourd'hui avec les instruments de physique courants. Telle était la nouvelle<sup>6</sup> se rapportant à la dernière session de la Société de physique de Berlin. Cela est extraordinairement intéressant. Car le pas suivant doit naturellement être d'essayer de faire réellement des expériences d'analyse spectrale sur la lumière solaire. La voie consiste à aller vers des instruments de mesure qui n'existent pas encore aujourd'hui. Ainsi par la suite<sup>7</sup>, on pourra simplement confirmer certaines choses que l'on peut déjà saisir aujourd'hui sur la base de la science de l'esprit, comme cela a été le cas pour beaucoup de choses qui sont apparues au cours de l'année et qui, comme vous le savez, sont aussi sorties d'expériences de physique ces derniers temps. Alors on apprendra à voir qu'il est tout simplement impossible de transposer dans le contexte de l'espace cosmique, dans le contexte du Soleil, des résultats de calculs faits sur la base d'observations dans la sphère terrestre, notamment au sujet des phénomènes caloriques; qu'il est impossible de se représenter que la couronne solaire et les choses de ce genre procèdent d'antécédents qui seraient déduits d'observations dans le contexte terrestre. De même que notre penser nous induit en erreur lorsque nous quittons l'observation pour nous mettre à théoriser dans le monde des molécules et des atomes, de même il nous induit en erreur lorsque nous nous évadons dans le macrocosmique et que nous transposons sur une chose telle que le Soleil ce que nous avons pu constater par l'observation dans le contexte terrestre. On croit

alors que l'on aurait, avec le Soleil, une espèce de boule de gaz incandescente. Il ne peut pas être question, avec le soleil d'une boule de gaz incandescente. On a avec le Soleil quelque chose de tout autre. Réfléchissez un peu. Nous avons de la matière terrestre. Toute matière terrestre possède un certain grade d'intensité d'activité, qu'on la mesure d'une façon ou d'une autre, sur la densité ou autre, peu importe. Elle a une certaine intensité d'activité. Celle-ci peut aussi tomber à zéro, c'est-à-dire que l'on peut se trouver en face d'un espace apparemment vide. Mais avec cela, ce n'est pas terminé, pas plus que cette autre chose n'a une fin – examinez la chose suivante: imaginez que vous disiez: j'ai un fils. Le gaillard est un peu du genre insouciant. Je lui ai donné un petit pécule et il a maintenant commencé à le dépenser. Il ne peut pas descendre plus bas que zéro. Il peut un jour ne plus rien avoir, et je me console avec le fait qu'il arrive alors à zéro. Oui mais ensuite, je peux très bien éprouver une désillusion: il commence à faire des dettes. C'est alors qu'il ne s'en tient pas au zéro, et l'histoire devient beaucoup plus grave que zéro. Et cela peut avoir une signification très réelle. Car en tant que père je vais effectivement avoir moins, si mon fils fait des dettes, que s'il s'en tient à zéro.

C'est cette façon de voir que l'on adopte vis-à-vis du Soleil. On n'atteint jamais le zéro, mais seulement la dilution la plus grande possible; on parle de gaz raréfié incandescent. Mais on devrait d'abord aller jusqu'au zéro, puis le dépasser. Car ce que l'on trouverait sur le Soleil, ne serait en rien

comparable à notre état matériel, ni ne serait non plus comparable à notre espace vide, qui correspond au zéro, cela le dépasserait. Il s'agit d'un état d'intensité matérielle négative. Là où est le Soleil, on trouverait un trou se creusant dans l'espace vide. C'est moins que de l'espace vide. De sorte que tous les effets que l'on peut observer sur le Soleil, doivent être considérés comme des effets d'aspiration, et non comme des effets de pression ou choses du même genre. La couronne solaire ne peut elle non plus être considérée comme le font les physiciens aujourd'hui. Elle doit être considérée de sorte que l'on ait la conscience qu'il ne se produit pas, comme on se le représente, des sortes d'effets de pression avec l'index vers le dehors, mais qu'il s'agit d'effets d'aspiration de ce trou dans l'espace, de la négation de la matière. Là, la raison nous abandonne. Là, notre penser nous abandonne face au macrocosmique, comme il nous abandonne face au microcosmique. Dans le cas que j'ai évoqué, nous ne pouvons que théoriser au sujet de l'atomistique.

Lorsque nous formulons un jugement subjectif sur les états de chaleur de notre environnement, nous n'éprouvons pas réellement des états de chaleur, mais nous éprouvons des différences. Le thermomètre montre aussi des différences, c'est donc la même chose. Nous ressentons les différences entre notre propre état de chaleur et celui dans lequel nous pénétrons. Du point de vue de ce qui se passe, c'est aussi ce que fait le thermomètre. Mais nous avons déguisé l'affaire avec des choses qui n'ont

rien à voir avec les faits en question, avec la fixation d'un point zéro. Il y a là quelque chose qu'il est extrêmement important de bien considérer. Lorsque nous dirigeons notre attention sur les phénomènes lumineux, la chose est telle que nous suivons ces phénomènes lumineux essentiellement avec un organe qui est très isolé dans notre organisme. J'ai caractérisé cela dans le cours précédent. De ce fait, nous n'observons effectivement jamais la lumière – la lumière est une abstraction – mais nous observons des phénomènes de couleurs. Lorsque nous observons de la chaleur, subjectivement, ce qui nous tient lieu d'organe récepteur, d'organe de saisie, c'est notre organisme tout entier. Notre organisme tout entier est ce qui correspond là à notre œil. Ce n'est pas un organe isolé. Nous nous exposons tout entier à cet état de chaleur. Lorsque nous nous exposons à la chaleur par un membre, par exemple le doigt, ce n'est pas autre chose que comme une partie de l'œil par rapport à l'œil entier. Donc, alors que l'œil est un organe isolé, et que par ce fait le monde de la lumière se rend objectif pour nous dans les couleurs, il ne se produit rien de semblable avec la chaleur. Nous sommes organes de chaleur partout à la fois. Mais de ce fait, la chaleur, et tout ce qu'elle provoque, ne nous vient pas du dehors d'une façon aussi isolée que le fait la lumière. Notre œil est un élément objectif dans notre organisme. Ce que la chaleur fait d'analogue, du fait que nous sommes nous-mêmes organes de la chaleur, nous ne pouvons pas l'éprouver. Imaginez qu'avec vos yeux, vous ne voyiez aucune couleur,

que vous ne distinguiez que la luminosité, que les couleurs en tant que telles restent complètement subjectives, comme de simples sentiments: vous ne verriez jamais les couleurs. Vous parleriez de clair et de sombre, mais les couleurs ne produiraient rien en vous. Ainsi en est-il pour la perception de la chaleur. Ces différenciations que vous percevez avec la lumière du fait de l'isolement de l'œil, vous ne les percevez pas dans le monde de la chaleur. En effet, vous vivez en elle. Lorsque vous parlez de bleu et de rouge dans le domaine des couleurs, ce bleu et ce rouge sont pour vous à l'extérieur. Lorsque vous parlez de choses analogues pour la chaleur, du fait que vous êtes vous-mêmes l'organe de chaleur, c'est en vous que vous avez ce qui serait l'analogie du bleu et du rouge, vous êtes cela vous-mêmes. C'est pourquoi vous n'en parlez pas. Et c'est la raison pour laquelle, pour l'observation de l'essence calorique objective, une tout autre méthode est nécessaire que pour celle de l'essence lumineuse objective. Il n'y a rien qui ait agi de façon plus pernicieuse dans les méthodes d'observation du XIX<sup>e</sup> que cette unification schématique généralisée. Vous trouvez partout dans les traités de physiologie, une « physiologie des sens ». Comme s'il existait en général quelque chose de semblable! Comme si il y avait effectivement une chose dont on pourrait dire de façon unitaire que cela vaut pour l'oreille comme pour l'œil ou pour le sens, ou plutôt le sentiment, de la chaleur. C'est une absurdité de parler d'une physiologie des sens et de dire qu'une perception sensorielle, c'est ceci ou

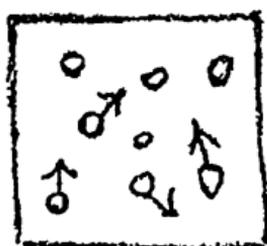
cela. On ne peut parler que de la perception particulière de l'œil, de la perception particulière de l'oreille, de la perception particulière de notre organisme en tant qu'organe de la chaleur etc. Ce sont des choses totalement différentes et l'on ne peut édifier que des abstractions vides quand on parle d'un processus sensoriel unique. Mais vous trouvez aujourd'hui partout la tendance à unifier ces choses. Et l'on voit alors apparaître des conclusions qui, si elles ne faisaient pas autant de dégâts dans notre vie tout entière, seraient au fond risibles. Si quelqu'un dit: voilà un gamin qui s'est fait corriger par un autre gamin. et que l'on ajoute : hier, le professeur lui a donné une correction. Dans les deux cas, j'ai observé la correction. Il n'y a pas de différence. Je conclus de cela que le professeur d'hier et le gamin méchant qui aujourd'hui a donné une correction sont intérieurement de la même essence. Ce serait une absurdité, n'est-ce pas, ce serait tout à fait faux. Or on fait l'expérience suivante. On sait que quand on fait tomber d'une certaine façon des rayons lumineux sur un miroir concave, ils s'en vont parallèlement; et si on les capte avec un autre miroir concave, ils se rassemblent au foyer et engendrent des phénomènes lumineux. On fait la même chose avec ce que l'on appelle rayons caloriques. On peut à nouveau le constater: on capte les rayons avec des miroirs concaves, on les rassemble au foyer, et on peut constater avec le thermomètre qu'il apparaît là une sorte de foyer de chaleur. Ce serait donc la même chose qu'avec la lumière, la lumière et la chaleur reposeraient donc sur une

seule et même chose. La correction d'hier et la correction d'aujourd'hui reposent sur une seule et même chose. Si dans la vie on faisait ce genre de raisonnement, on serait un idiot. Si on fait cela dans le domaine des sciences, ainsi qu'on le fait partout aujourd'hui, on n'est pas du tout un idiot, on est même bien souvent une personnalité qui fait autorité.

C'est pourquoi ce qui importe aujourd'hui, c'est de tendre vers des concepts clairs et transparents, et sans ces concepts clairs et transparents, nous ne pouvons pas avancer. Jamais un fondement ne pourra être donné à une conception du monde qui soit universelle par le biais d'une conception du monde issue de la physique si, justement dans le domaine de la physique, on ne cherche pas à pénétrer jusqu'à dégager des concepts clairs et évidents. Vous le savez bien, par mes cours précédents, la chose est devenue claire ou tout au moins claire jusqu'à un certain point; dans le domaine des phénomènes lumineux, Goethe est venu mettre un peu d'ordre bien que ces faits ne soient pas reconnus.

Dans le domaine des phénomènes caloriques, par contre, tout est particulièrement difficile, car dans la période postgoethéenne, les phénomènes caloriques ont été précipités dans le chaos des idées théoriques ; et au XIX<sup>e</sup> siècle, ce qu'on appelle la théorie mécanique de la chaleur est venue provoquer désordre sur désordre ; d'un certain côté c'est du fait qu'elle a transposé des données d'observation dans un domaine inaccessible à l'observation, et qu'elle a apporté des notions faciles à saisir à tous

ceux qui croient pouvoir penser mais ne le peuvent pas en réalité. Ce sont les idées par lesquelles on se représente la chose suivante : un gaz, dans un récipient fermé de tous côtés, est constitué de molécules



gazeuses, mais ces molécules gazeuses ne sont pas au repos, elles sont continuellement en mouvement. Et naturellement, si ces molécules gazeuses sont continuellement en mouvement, vu qu'elles sont petites, et qu'on se représente comme relativement grandes les distances qui les séparent, elles se faufilent les unes entre les autres et vont pendant longtemps n'en rencontrer aucune autre, sauf de temps en temps. A ce moment-là, elles vont rebondir, et c'est ainsi que les molécules entrent en collision. Elles se mettent en mouvement. Elles se bombardent continuellement les unes les autres. C'est alors que si l'on additionne tous ces petits chocs distincts, elles provoquent une pression sur les parois. Par ailleurs, on a la possibilité de mesurer à quel niveau se trouve la température. On se dit alors: Les molécules gazeuses sont bien là-dedans dans un état de mouvement déterminé, elles se bombardent les unes les autres. Tout cela est excité et mis en mouvement. Cela s'entrechoque et heurte les parois. Si on chauffe, les molécules prennent des mouvements de plus en plus rapides, frappent les parois de plus en

plus fort, et on peut alors dire: Qu'est-ce donc que la chaleur? – c'est le mouvement des particules. Il est certain qu'aujourd'hui sous la pression des faits, de telles représentations sont déjà un peu tombées en désuétude, mais ce n'est que superficiellement<sup>8</sup>. Le mode de penser dans son ensemble repose encore sur cette base. On est devenu très fier de ce que l'on appelle la théorie mécanique de la chaleur, car elle est censée expliquer énormément de choses. Elle est censée par exemple expliquer la chose suivante. Lorsque je passe le doigt tout simplement sur une surface quelconque, l'effort que je fais, le travail, la pression, se transforment en chaleur. Je peux retransformer de la chaleur en travail, par exemple avec une machine à vapeur, dans laquelle je peux percevoir des mouvements d'avancement dus à la chaleur. L'on s'est alors formé la représentation praticable et hautement confortable que lorsqu'on observe de l'extérieur ce qui se passe dans l'espace, ce ne sont que des processus mécaniques. La locomotive et les wagons avancent, etc. Par conséquent quand, disons par un moyen quelconque, j'accomplis un travail et qu'il en résulte de la chaleur, il ne s'est effectivement rien passé d'autre qu'une transformation du mouvement perceptible extérieurement en un mouvement de petites particules. C'est une représentation confortable. On peut dire: tout, dans le monde, repose sur le mouvement et le mouvement observable se transforme tout simplement en mouvement inobservable. Et l'on perçoit cela comme de la chaleur. Mais la chaleur n'est pourtant que les chocs et pressions de ces coquines

de particules de gaz qui se cognent, qui tapent sur les parois, etc. La chaleur a été progressivement transformée dans son essence en ce qui se produirait si toute cette joyeuse compagnie commençait tout à coup à se mettre en mouvement dans tous les sens, si elle se heurtait continuellement, tapait contre les parois et ainsi de suite. Telle est la représentation de Clausius pour ce qui se passe dans un espace rempli de gaz<sup>9</sup>. Voilà la théorie qui résulte du fait que l'on a appliqué la conclusion d'Achille à l'inobservable sans remarquer que là réside la même impossibilité que dans l'application de la pensée à Achille et la tortue. Cela veut dire que ce n'est pas comme on le pense. A l'intérieur d'un espace rempli de gaz, il en va tout autrement que ce que nous nous figurons quand nous rapportons les concepts inobservables à ce qui est observable.

Je voulais dire cela aujourd'hui à titre d'introduction. Vous allez voir à partir de cela qu'au fond, l'ensemble de la façon de voir méthodique qui s'est élaborée au cours du XIX<sup>e</sup> siècle est bancal dans ses fondements. Car une grande partie de cette façon de voir repose sur le fait que l'on se représente tout simplement ce que l'on examine en tant que fait observable d'une manière telle que l'on conduit l'expression tirée de l'observation, y compris l'expression mathématique, jusqu'à pouvoir en tirer des représentations différentielles. Lorsque ce dont on dispose comme faits constatés, dans un espace rempli de gaz sous une certaine pression, est exprimé sous une forme mathématique, du fait alors que l'on sous-entend l'idée que se jouent là des

mouvements de particules, on peut transformer cela en représentations différentielles et s'adonner ensuite à la croyance que si l'on intègre de nouveau, il va en sortir quelque chose qui est en rapport avec la réalité. Or il nous faut bien voir que quand on fait le passage de représentations mathématiques habituelles à des équations différentielles, on ne peut pas traiter à nouveau ces équations différentielles par le calcul intégral sous peine de tomber complètement en dehors de la réalité. La physique du XIX<sup>e</sup> siècle repose sur le fait que l'on s'est fait des représentations fausses sur la réalité à cause d'une compréhension erronée de la relation entre les intégrales et les différentielles. Il faut être très clair: dans certains cas, on peut différencier, mais ce que donnent les relations différentielles ne doit pas être pensé comme si cela pouvait être intégré de nouveau, car alors, on ne revient pas dans le domaine du réel, mais bien à quelque chose d'idéal. A l'égard de la nature, il est d'une très grande importance que l'on comprenne bien cela.

Car voyez-vous, quand je réalise un certain type de processus de transformation, quand je dis que je produis un travail et que j'obtiens de la chaleur, je peux à nouveau obtenir du travail à partir de cette chaleur, et nous verrons directement sur les phénomènes caloriques dans quelle mesure ceci est valable au sein du domaine de l'inorganique. Par contre, je ne peux pas comme ça, tout simplement, remonter à l'envers un processus organique. Il y a aussi de grands processus inorganiques que je ne peux pas inverser, les processus planétaires, par exemple,

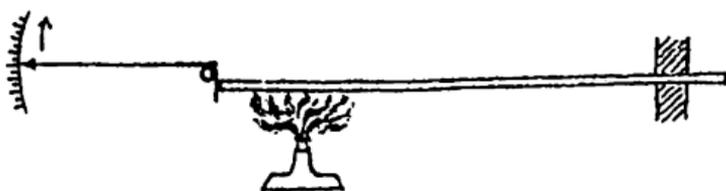
ne sont pas réversibles. Il n'est pas possible de se représenter inversés les processus qui vont de la formation des racines dans la plante jusqu'à la fleur et à la fructification. Le processus se déroule depuis le germe jusqu'à la fructification, et il ne peut pas se dérouler à l'envers comme un processus de la nature inorganique. Mais cela ne s'introduit pas dans nos calculs. Car déjà si l'on reste dans l'inorganique, cela ne marche pas pour certains processus macrocosmiques. Aujourd'hui, dans aucune formule de calcul, si je pouvais en établir pour la croissance d'une plante – elles seraient toutefois très compliquées – je ne pourrais introduire certaines valeurs avec un signe négatif; cela ne collerait pas avec la réalité. La formation de la fleur à partir de la formation du feuillage, je ne pourrais pas l'introduire négativement. Je ne pourrais pas inverser le processus. A l'égard des phénomènes les plus grandioses du cosmos, je ne peux pas non plus inverser les processus réels. Mais le calcul n'en est pas affecté. Si j'ai aujourd'hui à situer une éclipse de lune, je peux tout simplement calculer ce qu'il en était d'une éclipse de lune avant notre ère, à l'époque de Thalès, etc., c'est-à-dire, que dans le calcul lui-même, je peux complètement inverser le processus, bien que dans la réalité le processus ne soit pas réversible. Nous ne pouvons pas, en partant du stade actuel de l'évolution du monde, renverser le processus en direction des stades antérieurs et rétrograder, par exemple, jusqu'à une éclipse de lune qui a eut lieu à l'époque de Thalès. Un calcul, je peux l'effectuer dans un sens et dans l'autre,

mais ce que j'atteins par le calcul ne colle généralement pas avec la réalité. Mon calcul flotte au-dessus de la réalité. Il faut voir clairement jusqu'à quel point nos représentations et nos calculs ne sont que des représentations. Bien qu'eux soient réversibles, il n'y a dans la réalité pas de processus réversible. Ceci est important, car nous allons voir que toute la thermologie est construite sur des questions du genre: Dans quelle mesure les processus de la nature sont-ils réversibles dans le domaine des relations caloriques, et dans quelle mesure ne le sont-ils pas?

## DEUXIÈME CONFÉRENCE

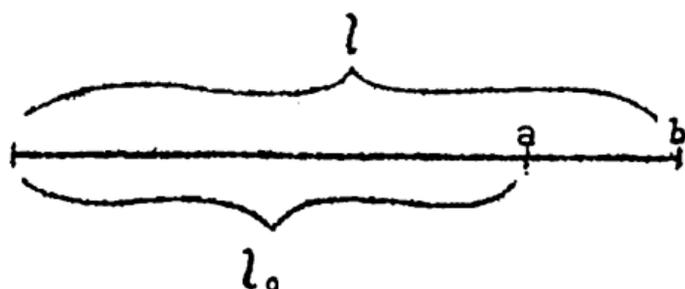
Stuttgart, 2 mars 1920

Hier déjà, nous avons abordé le fait que, sous l'influence de l'être de la chaleur, ce que nous appelons un corps dans la vie ordinaire, se dilate. Nous allons aujourd'hui partir de la façon dont ce que l'on appelle les corps solides se dilatent sous l'effet de la chaleur. Nous avons à cet effet disposé ici une barre de fer, de sorte que nous puissions nous imprégner de l'expérience et l'utiliser de façon appropriée dans l'enseignement. Dans un premier temps, c'est simple et élémentaire. Cette barre de fer, nous allons la chauffer et rendre sa dilatation perceptible du fait qu'ici, sur cette graduation, le bras de levier disposé là, indiquera l'allongement. Quand j'appuie ici avec le doigt, cet index se déplace vers le haut.



Vous allez voir que quand nous chauffons cette barre, l'index va se déplacer vers le haut, ce qui sera pour vous une preuve que la barre se dilate. Vous voyez déjà comment cet index part vers le

haut. Et vous voyez qu'à mesure que l'échauffement se poursuit, l'index part de plus en plus vers le haut, ce qui vous prouve que la dilatation s'accroît avec la température. Si j'avais utilisé, à la place de la substance de ce corps, n'importe quel autre métal et que nous ayons fait une mesure exacte, alors nous aurions constaté un allongement différent. Nous trouverions que des corps différents se dilatent avec une intensité différente. Et nous aurions dû constater que l'aptitude à la dilatation, l'intensité de cette dilatation dépend de la substance. Faisons tout d'abord abstraction du fait que nous sommes effectivement en présence d'un cylindre. Représentons-nous pour le moment que nous sommes simplement en présence d'un corps d'une certaine longueur, sans largeur ni épaisseur et considérons tout d'abord la dilatation seulement dans une dimension. Si nous nous figurons cela, nous obtenons la chose suivante: si une barre est accrochée ici et



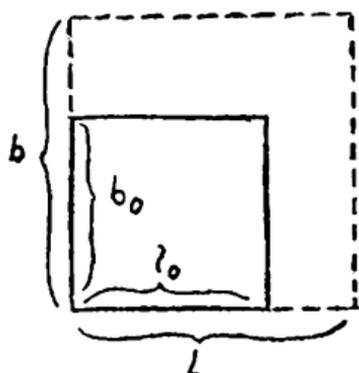
que nous ne la considérons effectivement que comme une longueur, nous allons désigner par  $l_0$  la longueur de cette barre à la température, au degré de chaleur d'où nous partons. Puis nous appellerons  $l$  la longueur que prend la barre lorsque nous élevons sa température de 1 degré. Or, je disais que les

barres se dilatent différemment selon la substance dont elles sont faites. Nous pouvons toujours exprimer la mesure de l'allongement (cf. schéma ), de  $a$  à  $b$  au moyen d'une fraction qui indiquerait le rapport de la dilatation à la longueur initiale de la barre. Désignons par  $\alpha$  cette intensité relative de la dilatation. Ainsi nous avons à penser la longueur  $l$  qu'atteint la barre après s'être dilatée, comme étant issue de sa longueur originelle  $l_0$  et du petit morceau qu'elle a reçu en plus, dans sa longueur, du fait de la dilatation. Celui-ci, nous devons l'ajouter. Du fait que j'ai posé  $\alpha$  comme étant la fraction qui donne le rapport entre la dilatation et la longueur d'origine, j'obtiens, en multipliant  $l_0$  par  $\alpha$ , la tendance à la dilatation de la barre, et puisque la dilatation est d'autant plus significative que la température est élevée, je dois multiplier cela par l'accroissement de température  $t$ . Je peux ainsi exprimer la longueur  $l$  de la barre après sa dilatation par:

$$l = l_0 + l_0 \alpha t = l_0 (1 + \alpha t)$$

Cela signifie que si je veux établir la longueur d'une barre qui s'est dilatée sous l'effet d'un échauffement, je dois multiplier sa longueur initiale par un facteur qui est ici exprimé par 1 plus la température multipliée par l'aptitude à la dilatation correspondant à la substance en question. Les physiciens ont pris l'habitude d'appeler « coefficient de dilatation » le terme  $\alpha$  de la substance en question.

Mais ici, nous avons considéré une barre. Or, des barres sans largeur ni hauteur, il n'y en a pas en réalité. Dans la réalité, nous avons des corps comportant trois dimensions. Si donc nous passons maintenant en pensée de cette dilatation en longueur, tout d'abord à une dilatation en surface, nous pouvons transformer cette formule de la façon suivante: admettez que nous considérons maintenant la dilatation en surface au lieu de la dilatation en longueur comme ici.



Si nous avons ici une surface, il nous faudrait être au clair sur le fait que cette surface se dilate dans deux dimensions, et qu'elle aurait donc, après dilatation, à peu près cette grandeur. Nous n'aurions alors pas seulement un allongement selon  $l$  mais aussi un élargissement selon  $b$ . Et si nous considérons d'abord la dilatation de la longueur, ici  $l_0$ , alors nous aurons de nouveau une dilatation dans cette direction, telle que je l'ai déjà donnée, jusqu'à  $l$ .

Ainsi, nous avons:

$$l = l_0 (1 + \alpha t) \quad (1)$$

Si nous considérons maintenant l'allongement de la largeur  $b_o$  qui s'est dilatée jusqu'à  $b$ , il va de soi que la loi de dilatation reste la même, et je dois écrire:

$$b = b_o (1 + \alpha t) \quad (2)$$

Or vous savez que l'aire s'obtient en multipliant la longueur par la largeur. J'obtiens donc la totalité de la surface du départ, en multipliant  $b_o$  par  $l_o$ , et celle après dilatation, en multipliant  $l_o (1 + \alpha t)$  par  $b_o (1 + \alpha t)$ .

$$l b = l_o (1 + \alpha t) b_o (1 + \alpha t) \quad (3)$$

C'est-à-dire que j'obtiens:

$$l b = l_o b_o (1 + \alpha t)^2 \quad (4)$$

et donc, en développant:

$$l b = l_o b_o (1 + 2 \alpha t + \alpha^2 t^2) \quad (5)$$

C'est ainsi que j'aurais la formule de la dilatation d'une surface.

Et si maintenant j'ajoute par la pensée à cette surface une épaisseur, il me faut traiter cette épaisseur de la même façon. J'ajouterai alors  $d$  et j'obtiendrai:

$$l b d = l_o b_o d_o (1 + 3 \alpha t + 3 \alpha^2 t^2 + \alpha^3 t^3) \quad (6)$$

Et quand vous examinez cette formule, je vous demande de bien prêter attention à la chose suivante: Si nous considérons les deux premiers termes de la parenthèse de la formule (6), nous y trouvons  $t$  au maximum à la première puissance. Si nous considérons le troisième terme, nous y trouvons  $t$  à la deuxième puissance, et dans le dernier,  $t$  est à la troisième puissance. Ces deux derniers termes, dans la formule de la dilatation, je vous demande de les examiner avec un soin tout particulier. Remarquez que lorsque nous avons une dilatation pour un corps à trois dimensions, nous obtenons pour celle-ci une formule comportant la température à la troisième puissance – je fais un moment abstraction de la deuxième puissance de la température. Il est extraordinairement important que l'on retienne bien que dans ce cas, nous obtenons la troisième puissance de la température.

Vu que je dois toujours prendre en compte le fait que nous sommes ici dans l'école Waldorf et que tout doit y être orienté vers le pédagogique, il est nécessaire que je vous rende attentifs au fait que lorsque vous étudiez dans les manuels de physique ordinaires la démonstration que je viens de faire, vous rencontrez avec la façon dont je vous ai présenté la chose, une remarquable différence. Je vais maintenant vous exposer comment la chose est présentée dans les manuels de physique usuels. On vous dit là:  $\alpha$  est un coefficient, c'est effectivement une fraction<sup>10</sup>. La dilatation est très petite par rapport à la longueur initiale de la barre. Lorsque j'ai une fraction dont le dénominateur est un nombre

plus grand que le numérateur, j'obtiens lorsque j'élève au carré ou au cube, un nombre beaucoup plus petit. En effet, quand j'élève au carré un tiers, j'obtiens déjà un neuvième, et si je passe au cube, je n'ai plus qu'un vingt-septième. Cela veut dire que la troisième puissance est déjà une fraction très très petite.  $\alpha$  est une fraction ayant dans tous les cas un très grand dénominateur. C'est pourquoi les manuels de physique usuels disent: quand je prend le carré  $\alpha^2$  et à plus forte raison  $\alpha^3$ , par lequel je dois multiplier  $l^3$ , tout cela donne des fractions très petites que je peux tout simplement laisser tomber. Et ainsi, les manuels de physique usuels disent: Nous laissons tranquillement tomber les derniers termes de la formule de la dilatation, et nous écrivons  $l \cdot b \cdot d - c$ 'est-à-dire le volume que prend un corps qui se dilate sous l'effet d'une température donnée, que je vais donc écrire  $V -$ :

$$V = V_o (1 + 3\alpha t) \quad (7)$$

Et c'est de cette façon que l'on écrit la formule de la dilatation d'un corps solide, en invoquant simplement le fait que, vu que la fraction  $\alpha$  élevée au carré, et à plus forte raison au cube, donne un nombre si petit, on peut le laisser tomber. Vous le savez, c'est la présentation des manuels de physique usuels. Mais c'est ainsi que l'on efface ce qui est le plus important, quand on veut donner un enseignement réellement objectif sur la chaleur. Nous allons bien le voir, en allant maintenant de l'avant.

Il n'y a pas que les corps solides qui se dilatent sous l'effet de la chaleur, il y a aussi les liquides. Vous avez ici un liquide coloré afin que vous puissiez le voir. Nous allons chauffer ce liquide coloré. Vous allez voir alors qu'après un moment, la colonne de liquide coloré progresse vers le haut, et vous allez conclure de ce fait que les liquides se dilatent aussi bien que les corps solides. Vous voyez que le liquide coloré monte, donc le liquide se dilate sous l'effet de l'échauffement.

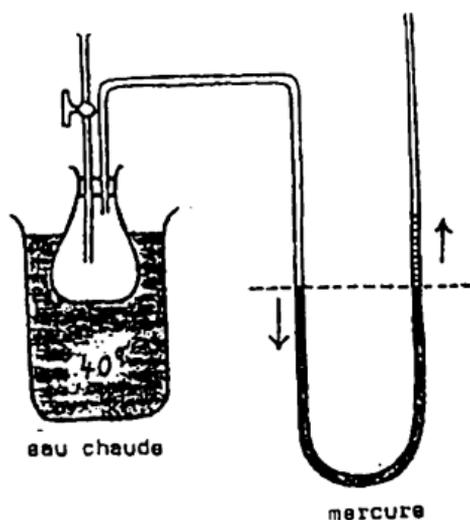
Et maintenant, nous pouvons examiner de la même façon la dilatation d'un corps gazeux. A cet effet, nous avons ici dans ce ballon (voir dessin) de l'air qui vient tout simplement de l'extérieur.

Nous enfermons maintenant dans le ballon l'air qui s'y trouve, et nous le chauffons. Ici nous avons un récipient communicant. La propriété des vases communicants est que le niveau du liquide qu'ils contiennent est identique des deux côtés, qu'il concerne les deux branches. Vous allez voir maintenant ce qui se produit lorsque nous chauffons tout simplement l'air qui se trouve là-dedans, un corps gazeux donc. Nous allons obtenir cela du fait que l'eau chauffée dans ce récipient est à une température de  $40^{\circ}$ .



Vous voyez déjà qu'à droite, la colonne de mercure s'élève. Pourquoi s'élève-t-elle? Parce que le corps gazeux qui se trouve dans ce ballon se dilate. L'air s'échappe par ici et vient pousser ce mercure (à gauche), et de l'autre côté, la colonne de mercure est soulevée par la pression, et vous percevez de ce fait que ce corps gazeux s'est dilaté. De sorte que nous pouvons dire: Autant les corps solides que liquides ou gazeux, se dilatent sous l'effet de cette essence calorifique qui nous est encore inconnue.

Or maintenant, nous rencontrons ici quelque chose de très significatif quand nous progressons de l'étude de la dilatation des corps solides, à l'étude de la dilatation des liquides, jusqu'à l'étude de la dilatation des corps gazeux. J'ai dit précédemment que le coefficient  $\alpha$ , le rapport de la dilatation à la longueur d'origine de la barre, est différent d'une substance à l'autre.



Si nous recherchions la valeur de  $\alpha$  pour différents liquides, ce qui exigerait d'autres expériences que nous ne pouvons pas réaliser ici, nous obtiendrions effectivement différentes valeurs de  $\alpha$  pour des substances liquides différentes. Mais si nous recherchons les valeurs de  $\alpha$  pour des substances comparables à l'air, c'est-à-dire pour des gaz<sup>11</sup>, il apparaît une chose particulière: c'est que  $\alpha$  n'est plus différent pour des corps gazeux différents, mais que le coefficient de dilatation, comme on l'appelle, est le même pour les divers gaz, et vaut approximativement  $1/273$ .

Ce fait est d'une importance remarquable. Nous voyons par là que quand nous passons des corps solides aux corps gazeux, ce sont effectivement de nouveaux rapports qui apparaissent sous l'influence de l'essence calorique. Nous voyons par là que les différents gaz ne se comportent pas chacun selon sa propre substantialité, mais qu'envers l'essence calorique, ils ne se comportent que selon leur propriété de gaz, que le fait d'être gaz est un sorte de propriété commune qui prévaut pour tous les corps. Nous voyons bien par là que le fait d'être un gaz est une réalité qui rassemble en une unité, au moins en ce qui concerne cette aptitude à la dilatation, tous les gaz que nous pouvons rencontrer dans le contexte terrestre. Retenez donc bien qu'au vu de l'aptitude à la dilatation sous l'effet de la chaleur, nous en venons simplement à devoir dire que les aptitudes diversifiées à la dilatation que nous trouvons dans les corps solides se transforment, quand

on s'approche des gaz, en une sorte d'unité, en une aptitude à la dilatation unitaire des gaz, et que donc, à l'état solide est attaché, dans notre domaine terrestre, une différenciation de corporéité, dirais-je pour m'exprimer prudemment. Je pourrais aussi dire qu'à l'état solide est attaché une individualisation de la corporéité. Ce point est très peu pris en compte dans la nouvelle physique. On ne le prend pas en compte, vu que l'on a simplement escamoté des choses très importantes, du fait que l'on évacue certaines grandeurs dont on ne sait pas que faire.

On ne peut voir un peu plus en profondeur ce dont il s'agit que si l'on appelle à son secours l'histoire du développement de la physique. Toutes les représentations qui sont aujourd'hui dans les livres de physique, et qui prévalent lorsque l'on fait de la physique, ne sont, au fond pas anciennes. Elles proviennent essentiellement du XVII<sup>e</sup> siècle, et ont de ce fait reçu leur caractère fondamental de tout ce que l'on a mis en place au XVII<sup>e</sup> siècle dans le cadre de la revivification d'un certain esprit scientifique en Europe, par le biais de l'Accademia del Cimento à Florence, qui fut fondée en 1657 et dans laquelle furent menées une quantité extraordinaire d'expériences dans les domaines les plus divers, et notamment dans le domaine de la chaleur, de l'acoustique, de l'essence du son etc. A quel point nos représentations habituelles sont jeunes, dans ce domaine, cela se découvre dès que l'on observe un peu certaines réalisations spéciales de l'Accademia del Cimento. C'est là, par exemple que furent effectivement posées les bases de notre ther-

mométrie moderne. C'est là que l'on a remarqué pour la première fois au moyen d'un tube de verre se terminant par un cylindre fermé, comme vous pouvez le voir sur chaque thermomètre, comment agit le réchauffement sur le mercure qu'il contient. On remarqua là par exemple que tout d'abord apparaîrait une contradiction entre l'observation que l'on fait d'habitude dans ce genre d'expérience où un liquide se dilate tout simplement, et ce qui s'est manifesté particulièrement fort au cours d'une expérience qui devait être significative. On en était venu en général à l'idée que les liquides se dilatent. Mais lorsque l'on a monté l'expérience avec du mercure, il commença tout d'abord à descendre sous l'effet du réchauffement, puis seulement ensuite, il s'éleva. Il a fallu, au XVII<sup>e</sup> siècle, trouver une explication à cela, ce qui fut facile, car on s'est dit: Lorsque je chauffe, je chauffe en premier le verre extérieur. Celui-ci se dilate. L'espace dans lequel se trouve le mercure devient donc plus grand; il descend donc d'abord, et la matière à l'intérieur ne commence à monter que lorsque le réchauffement atteint aussi l'intérieur. De tels concepts ont été obtenus principalement à partir du XVII<sup>e</sup> siècle. Mais, au cours de ce XVII<sup>e</sup> siècle aussi, on était beaucoup resté en retrait par rapport à toutes les idées au moyen desquelles on cherchait à saisir le domaine de la physique, du fait que jusqu'à cette époque, jusqu'à la véritable renaissance, l'Europe s'était très peu préoccupée de concepts scientifiques de ce genre. Car, au temps où il s'est répandu, le christianisme a, d'une certaine façon, empêché que

ne s'élaborent des concepts à propos des phénomènes de la physique. Puis lorsque vint la Renaissance, lorsqu'on prit connaissance des représentations qui étaient déjà celles de la Grèce antique, on se trouva à peu près dans la situation suivante: d'un côté, encouragés par toutes sortes de soutiens empressés, se fondèrent des instituts comme l'Accademia del Cimento, dans lesquels on pouvait faire des expériences. On pouvait rendre directement visible la façon dont se déroulent les phénomènes de la physique. Mais d'un autre côté, on avait perdu l'habitude d'élaborer des concepts sur les choses. On avait perdu l'habitude de suivre les phénomènes par la pensée. On ressortit les représentations des anciens Grecs qui furent bien souvent comme cueillies au vol, mais on ne les comprenait plus. Ainsi, on prit la représentation de feu ou de chaleur, sans pouvoir comprendre le moins du monde ce que, dans la Grèce ancienne, on avait entendu par ce concept. Et un gouffre profond se creusa alors entre le penser et ce qui pouvait être donné à voir par l'expérience. Ce gouffre s'est creusé de plus en plus depuis le XVII<sup>e</sup> siècle. L'art de l'expérimentation se perfectionna ensuite, particulièrement au XIX<sup>e</sup> siècle, mais il est manifeste que des concepts clairs, il n'en est pas venu, parallèlement à ce perfectionnement de l'art de l'expérimentation. Et aujourd'hui, alors que nous font défaut ces concepts clairs et accessibles, nous nous trouvons bien souvent perplexes devant ces phénomènes que l'expérimentation dépourvue de pensée nous a apportés au fil du temps. Ils ne pour-

ront s'incorporer dans l'évolution culturelle des hommes de façon fructueuse que si on retrouve le bon chemin pour ne pas seulement expérimenter et observer extérieurement le déroulement de l'expérience, mais pour entrer, au contraire, réellement dans les processus internes des phénomènes de la nature.

Voyez-vous, en pénétrant dans les processus intimes des phénomènes de la nature, on observe quelque chose de si extraordinairement fort que des rapports complètement nouveaux apparaissent à propos de l'aptitude à la dilatation, si nous nous élevons des corps solides aux gaz. Mais, sans un élargissement de toute notre vie de représentations de la physique, on ne parviendra jamais à venir à bout de choses telles que celles qui se trouvent aujourd'hui dans les faits devant nous. Et à ces faits que nous avons déjà cités, s'en ajoute encore un autre qui est extraordinairement significatif.

N'est-ce pas, on peut tirer une règle générale de tout ce que nous avons présenté là, ce qui donnerait la loi suivante: Si nous chauffons un corps, il se dilate ; Si nous le refroidissons, il se recontracte. De sorte que l'on pourrait formuler ainsi la loi générale: Par échauffement, les corps se dilatent et par refroidissement, ils se contractent. Or, vous savez par la physique élémentaire qu'il y a des exceptions à cette loi et en tout premier lieu une exception cardinale qui concerne l'eau elle-même. Quand on amène l'eau à se dilater puis à se recontracter, la chose étonnante qui se manifeste est que de l'eau à 8° qu'on refroidit se contracte. Cela va de soi, di-

rais-je. Mais quand on continue à la refroidir, elle ne continue pas à se contracter, mais elle se dilate à nouveau. C'est ainsi que la glace, qui provient de l'eau – nous aurons à reparler de sa formation – peut flotter sur l'eau vu qu'elle s'est redilatée et qu'ainsi, elle est moins dense que l'eau. Que la glace puisse flotter sur l'eau, voilà un phénomène singulier! Cela provient du fait que cette loi générale de la dilatation et de la contraction subit justement pour l'eau une irrégularité, par le fait que l'eau ne suit pas tout simplement le cas général de cette loi. L'ordonnement de la nature serait certes, tout différent s'il n'en était pas ainsi, si cette exception n'existait pas. Si vous observez un bassin, un étang ou quelque chose du genre, vous verrez que même par un hiver rigoureux, il n'y a qu'une fine couche de glace et que l'eau n'est pas gelée jusqu'au fond. Si l'eau ne gèle pas en dessous, c'est que la glace qui se forme au-dessus au départ peut flotter et constitue une couverture qui protège l'eau en dessous du refroidissement. Vous avez toujours en dessus une couche de glace, et en dessous de l'eau protégée. Cette anomalie est en relation avec quelque chose qui a une importance extraordinaire pour le bon ménage de la nature, si je peux me permettre d'utiliser une telle expression un peu bourgeoise. Et voyez-vous, le mode d'observation auquel nous voulons recourir en physique doit être vraiment tel que je l'ai déjà indiqué dans le cours précédent. Nous devons éviter d'emprunter la voie du raisonnement d'Achille et de la tortue. Nous devons éviter de faire l'impasse sur

ce que l'on observe, nous devons continuellement essayer de nous tenir à ce que l'on observe, à ce que l'on peut constater par l'observation. Ainsi, nous allons nous tenir strictement à ce qui est observé, et nous allons essayer de tirer de nos observations l'explication des phénomènes. Et en particulier pour des choses de ce genre, qui se donnent à l'observation toute simple, comme la dilatation et l'exception dans la dilatation de l'eau, avec un liquide donc, nous voulons nous placer devant les yeux de tels faits objectifs et fermement rester dans le monde des faits. C'est cela, qui dans le domaine de la physique, constitue un goethéanisme authentique.

Retenons donc bien cette chose qui n'est pas une théorie, mais qui est un fait que l'on peut constater dans le monde extérieur: Lors du passage à l'état gazeux, il survient une unification de toutes les substances, sur la terre. Et lors du passage à l'état solide, vers le bas, c'est une individualisation qui survient, une différenciation individuelle. Si maintenant nous nous demandons: Comment cela peut-il se faire, quelle peut être la raison pour laquelle, en passant de l'état solide à l'état gazeux en passant par l'état liquide, survient une unification? Alors nous sortons des concepts aujourd'hui praticables, pour aller sur un chemin extraordinairement difficile. Pour s'en tenir à ce que l'on peut observer, il nous faut déjà là commencer à poser des questions très importantes. Il nous faut tout d'abord nous demander: D'où nous vient donc la possibilité de faire se dilater des corps et de les amener ainsi pro-

gressivement à se gazéifier et à atteindre l'unification que nous avons caractérisée? Il vous suffit de faire un tour d'horizon sur tout ce que vous pouvez savoir des phénomènes physiques sur la Terre, et vous devrez alors vous dire: S'il n'y avait pas là l'action du Soleil, nous ne pourrions rien avoir de ces phénomènes qui se produisent aussi sous l'influence de l'essence calorique. Vous devez tourner le regard vers l'importance prodigieuse qu'a le Soleil de par tout son être, pour les phénomènes terrestres. Et si de nouveau vous prenez en considération ce qui appartient donc au domaine des faits concrets, vous allez devoir vous dire: Cette unification, précisément, qui apparaît dans le passage du solide au gazeux à travers l'état liquide, elle ne pourrait pas intervenir si la Terre n'était que livrée à elle-même. Nous ne pouvons trouver de point d'appui pour nous représenter ces choses, que si nous sortons du contexte terrestre. Et ce qui est dit là est d'une importance extraordinaire. Car, dans ce passage du mode de pensée de la physique par les conceptions de l'Accademia del Cimento et de tout ce qui s'y rapporte, toutes les anciennes représentations qui étaient encore en usage dans la Grèce antique ont été dépouillées de toute référence extraterrestre. Or vous allez voir, dans les jours qui viennent, que sans avoir recours à des considérations historiques, purement à partir des faits eux-mêmes, nous allons revenir à ces choses. Mais je vous rendrai cependant peut-être la chose plus facile à comprendre si je greffe encore ici la petite digression historique que je veux faire maintenant.

Je vous l'ai déjà dit, la véritable signification des idées et concepts par lesquels on voulait saisir les phénomènes de la physique dans la Grèce ancienne, on l'a bel et bien perdue. On a commencé à expérimenter, et je dirais que l'on a pris les idées, les représentations, de façon littérale, sans suivre le chemin du penser intérieur qui était pratiqué dans la Grèce antique. La Grèce antique ne disait pas encore solide, liquide ou gazeux, ce qu'elle disait, nous pourrions le traduire en disant ainsi :

Ce qui était solide, la Grèce antique l'appelait *terre*.  
Ce qui était liquide, la Grèce antique l'appelait *eau*.  
Ce qui était gazeux, la Grèce antique l'appelait *air*.  
Il est ainsi complètement erroné de croire que si nous retrouvons dans des écrits anciens, influencés par la conception grecque, les mots tels que terre, eau et air, ils auront le même sens que dans notre conception actuelle. Chaque fois que nous voyons l'expression « eau » dans des vieux écrits, nous devrions la traduire par « liquide », et quand nous voyons l'expression « terre », par « solide ». Ce serait la seule façon de traduire les vieux écrits correctement. Or il y a là quelque chose de très important. En appelant l'état solide « terre », on soulignait particulièrement le fait que cet état solide est uniquement lié aux lois de notre planète terrestre. Mais comme je vous l'ai dit, nous voulons découvrir cela dans les jours qui viennent, à partir de la chose elle-même, je ne fais aujourd'hui cette digression historique que pour vous aider à bien comprendre. On appelait le solide « terre », pour exprimer par là le fait que quand un corps devient

solide, il tombe complètement sous la dépendance des lois terrestres. Lorsque par contre un corps devient liquide, il ne se trouve plus seulement sous la dépendance des lois terrestres, mais sous la dépendance de tout le système planétaire. Les forces qui prévalent dans un corps liquide, dans l'eau, ne proviennent pas seulement de la terre, mais du système planétaire. Dans ce qui est liquide, ce sont les forces de Mercure, de Mars etc., qui agissent. Mais elles agissent en quelque sorte à partir de la direction dans laquelle se trouve chacune de ces planètes, et donnent ainsi lieu, dans chaque liquide, à quelque chose comme une résultante.

On avait donc le sentiment, en désignant par « terre » les corps solides, qu'ils ne sont placés que sous la dépendance des lois terrestres, et que lorsqu'un corps fond, il tombe sous des lois qui sont extra-terrestres. De même en appelant « air » les corps gazeux – comme je l'ai dit, je vous présente maintenant la chose historiquement –, on avait l'impression suivante: un tel corps est placé sous l'influence unificatrice de l'être du Soleil. Il est hissé hors du plan terrestre et purement planétaire, et se trouve placé sous l'influence unificatrice de l'être du Soleil. Et au sujet de l'air terrestre, on avait aussi le point de vue que dans sa configuration, dans sa substantialité et dans ses propriétés intrinsèques, ce sont les forces du Soleil qui sont essentiellement actives. La physique ancienne avait un caractère cosmique. La vieille physique était capable de compter avec des forces qui appartiennent bien au domaine des faits. Car la Lune, Mer-

cure, Mars etc., ce sont des faits. Mais comme on avait perdu la source de ces conceptions, et qu'on ne pouvait pas tout de suite faire naître le besoin de nouvelles sources, on a complètement perdu la capacité à se faire d'autres représentations que celles-ci: puisque les corps solides, par leurs aptitudes propres à la dilatation, par l'ensemble de leur configuration et de leur forme, sont dépendants de la Terre, il en est de même aussi pour les liquides et pour les gaz. Vous me direz qu'il ne vient à l'idée d'aucun physicien de faire abstraction du fait que le Soleil réchauffe l'air, etc. Certes, il ne fait pas cela, mais comme il part de représentations telles que celles que j'ai caractérisées hier, comme il ne se représente le Soleil dans son pouvoir de réchauffement que d'après des concepts élaborés à partir du modèle terrestre, il « terrestrifie » le Soleil au lieu d'expliquer le terrestre par le solaire.

La chose essentielle est donc qu'entre le XV<sup>e</sup> et le XVII<sup>e</sup> siècle, on a complètement perdu la conscience que notre Terre est un corps au sein de l'ensemble du système solaire, et que donc, chaque chose particulière, sur la Terre a aussi à faire avec l'ensemble du système solaire et que la solidification d'un corps repose justement sur le fait que l'élément terrestre s'émancipe du cosmique, qu'il s'en dégage, se donne des lois autonomes, alors que le gazeux, l'air par exemple, reste, en ce qui concerne ses lois, sous la dépendance de l'être du Soleil, unitaire pour la Terre entière. Et c'est cela qui a conduit à ce que l'on soit ensuite obligé de trouver des explications terrestres aux choses qui aupara-

vant étaient expliquées à partir du cosmos. Comme on a renoncé à rechercher les forces qui doivent provenir du système planétaire lorsqu'un corps solide, de la glace par exemple, devient liquide, se transforme en eau, vu qu'on a renoncé à les rechercher dans le système planétaire, il a fallu les transférer à l'intérieur des corps eux-mêmes. Il a fallu cogiter et se casser la tête sur la façon dont un tel corps est constitué de molécules et d'atomes. Et il a fallu attribuer à ces malheureuses molécules, à ces malheureux atomes les facultés qui doivent maintenant venir du dedans, permettant à un solide de devenir liquide, à un liquide de devenir gazeux ; ces facultés qu'on avait auparavant fait dériver de ce qui se donne effectivement dans l'espace, mais, de façon sûre, dans le cosmos extra-terrestre. C'est ainsi que l'on doit comprendre la transformation des représentations de la physique telle qu'elle s'est produite particulièrement dans le matérialisme terrible de tous les traités de l'Accademia del Cimento qui a fleuri pendant environ 10 ans, de 1657 à 1667. On peut se représenter que ce terrible matérialisme est survenu du fait que l'on a perdu les idées qui montraient la connexion entre notre monde terrestre et le monde cosmique, extra-terrestre. Aujourd'hui, nous nous trouvons placés devant la nécessité de faire ici un retour. On ne sortira pas du matérialisme si l'on ne se met pas à nouveau en état d'être un peu moins pédant dans le domaine de la physique. La pédanterie consiste dans le fait de passer des concepts concrets aux concepts abstraits, car personne n'aime les concepts abstraits autant

que les pédants philistins. Ils voudraient tout saisir au moyen de quelques formules, de quelques concepts abstraits. Mais la physique elle-même n'avancera pas si elle continue à élucubrer au sein de ces conceptions bien-pensantes généralisées – et je ne veux pas seulement parler des théories – telles qu'elles sont apparues depuis le matérialisme de l'Accademia del Cimento. Pour avancer, il faudra justement que dans un domaine comme celui de la théorie de la chaleur, on cherche à se brancher à nouveau sur des idées plus vastes, ratissant plus large que celles qu'a eu la nouvelle physique matérialiste.

## TROISIÈME CONFÉRENCE

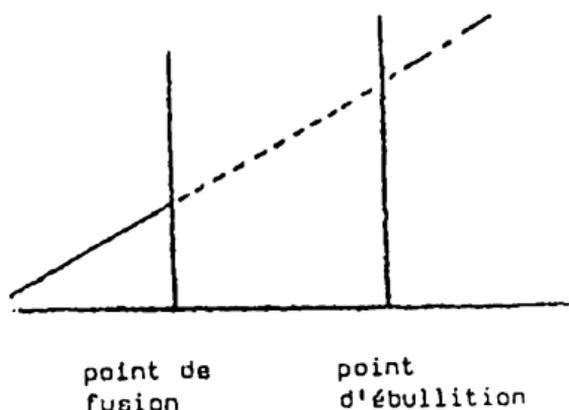
Stuttgart, 3 mars 1920

Aujourd'hui, afin de progresser vers l'objectif dont nous devons nous rapprocher au cours des premiers jours de nos considérations, nous allons encore examiner quelques phénomènes qui concernent la relation entre l'essence calorique et ce qu'on appelle les « états d'agrégation », c'est-à-dire ce dont je vous ai dit hier qu'on les appelait « terre », « eau » et « air » dans la physique des anciennes conceptions du monde. Vous savez bien que la terre, l'eau et l'air ou, comme on les nomme aujourd'hui les corps solides, liquides et gazeux, peuvent être transformés les uns en les autres. Or on découvre par là un phénomène tout à fait particulier concernant l'être de la chaleur. Je vais tout d'abord décrire le phénomène, puis nous allons tout simplement le constater: si nous prenons n'importe quel corps solide et que nous l'échauffons, il devient de ce fait de plus en plus chaud jusqu'à ce qu'il atteigne un point où il passe de l'état solide à l'état liquide. En ayant alors recours à un thermomètre, nous pouvons constater que pendant tout le temps du réchauffement du corps, le thermomètre s'élève. Or à l'instant où le corps commence à devenir liquide, donc, à fondre, le thermomètre cesse de monter. Il attend jusqu'à ce que tout le corps soit devenu liquide, puis il recommence à monter dans le liquide qu'est devenu le corps. Ainsi nous pouvons

dire: pendant le processus de fusion, aucune élévation de température ne se montre, au thermomètre. Il ne faut pourtant pas penser par là que l'essence calorifique elle-même n'est plus de la partie. Si nous n'apportons plus de chaleur, la fusion cesserait. Il nous faut bien apporter de la chaleur pour provoquer la fusion, mais cette chaleur ne se voit plus au thermomètre. Elle ne s'y voit de nouveau que lorsque la fusion est complète et que le liquide qui provient du corps solide continue à être chauffé. Il faut tout d'abord bien examiner ces phénomènes. En effet, vous voyez que dans ceux-ci, une interruption survient au cours de l'élévation de température. Nous voulons ainsi placer côte à côte un certain nombre de phénomènes de ce genre qui pourront nous amener à une idée de l'être de la chaleur, sans que nous sautions vers des théories imaginaires. Nous avons ici, comme corps solide, préparé du thio-sulfate de sodium. Nous allons mettre ce corps en fusion. Vous voyez que la température est d'environ  $25^{\circ}$ . Il s'agit maintenant d'apporter de la chaleur à ce corps et je vais inviter l'un d'entre vous à venir ici afin de constater que pendant la fusion de ce corps, la température ne monte effectivement pas. (Entre-temps, le thermomètre est monté jusqu'à  $48^{\circ}$ , température de fusion du thio-sulfate de sodium, et celui-ci a fondu.) Maintenant, le thermomètre monte rapidement, car la fusion est achevée, alors qu'il est auparavant resté immobile pendant tout le processus de fusion.

Nous voulons maintenant nous représenter ce processus tout simplement<sup>12</sup>. Nous pouvons le faire

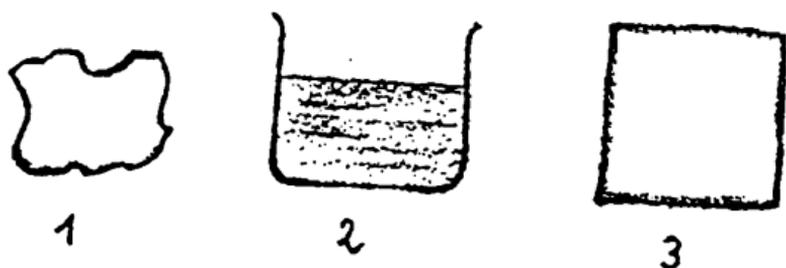
de la façon suivante. L'élévation de température, nous la figurons par une droite qui monte ainsi. Admettons que cette élévation de température ait atteint ce qu'on appelle le point de fusion. Le corps commence ici à fondre. Pour autant que le thermomètre nous le montre, la température reste stable.



Et si je continue maintenant à chauffer, la température se remet à monter. On pourrait voir que, du fait de l'élévation de la température, c'est-à-dire du fait de l'apport de chaleur supplémentaire, le liquide se dilate. Il s'agit maintenant du fait que nous continuons à chauffer ce corps qui est devenu liquide. Et la température s'élève alors de nouveau et bien sûr en partant du point qu'elle avait atteint pour la fusion (ligne pointillée). Elle monte maintenant aussi longtemps que le corps reste liquide. Nous pouvons alors atteindre un deuxième point auquel le liquide se met à bouillir, à se vaporiser. Nous avons de nouveau le même phénomène: le thermomètre cesse de montrer un accroissement de température jusqu'à ce que le liquide se soit évaporé. A l'instant où le liquide est évaporé, nous verrions, si nous pouvions maintenir le thermomètre dans la vapeur,

qu'à nouveau il se met à monter (ligne en tirets). Vous pouvez ici à nouveau observer que pendant l'évaporation, le thermomètre ne monte pas. J'ai donc ici un deuxième seuil auquel le thermomètre reste stable.

Et maintenant, à cette expérience que j'ai faite là devant vous, je vous prierais d'en adjoindre une autre qui, dans la vie ordinaire, doit vous être bien connue: Lorsque nous prenons le corps solide qui a constitué notre point de départ, vous savez que celui-ci maintient de lui-même la forme qu'il avait (1).



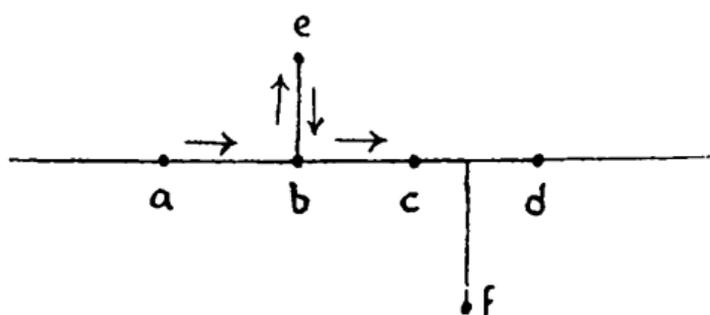
Si je pose ici n'importe quel corps, il reste comme il est. Mais si vous prenez un liquide, donc quelque chose qui par échauffement a dépassé son point de fusion, vous savez alors que je ne peux pas poser un liquide comme un bloc, mais qu'il est nécessaire de le contenir dans un récipient dont il prend la forme en formant au-dessus une surface de niveau horizontale. (dessin 2) Si je prends un gaz, une vapeur qui a été portée au-delà du point d'ébullition, je ne puis pas la contenir dans un récipient de cette sorte. Elle m'échapperait. Une telle vapeur, je ne peux la contenir que dans un récipient clos sans quoi elle s'en va par tous les côtés (3). Voilà ce qui

convient dans un premier temps pour un regard superficiel, mais nous voulons aller au-delà de ce regard superficiel. Et je vous prie maintenant de faire avec moi les remarques suivantes. Nous plaçons ces remarques de sorte qu'en les rassemblant, elles nous permettent en quelque sorte de cerner l'être de la chaleur. Quel est principalement le moyen par lequel j'ai constaté l'élévation de température? Je l'ai constatée par la dilatation du mercure. Cette dilatation du mercure s'est produite dans l'espace. Et bien que le mercure, dans nos températures moyennes, soit un liquide, il nous faut pourtant être bien au clair que bien qu'il soit contenu dans un récipient, les dilatations dans les trois dimensions s'ajoutent, et nous les percevons de ce fait comme une dilatation seulement dans une direction. Pourtant, lors de la dilatation du mercure dans les trois dimensions, nous n'avons fait que la réduire à une dimension afin de pouvoir faire le constat de l'élévation de la température au moyen de la dilatation d'un corps.

Partons de l'observation que nous avons posée comme fondement, et voyons la chose suivante: Prenons une droite (voir dessin) – une droite, on ne peut bien sûr que la penser – et dites-vous que sur cette droite se trouvent un certain nombre de points  $a, b, c, d$ , etc. Si vous voulez atteindre ces points, vous pouvez tout à fait rester sur cette droite.

Si par exemple vous vous trouvez en ( $a$ ), vous pouvez atteindre le point  $c$  en parcourant la droite. Vous pouvez ensuite revenir et atteindre à nouveau le point  $a$ . Bref, si je veux atteindre les points  $a, b$ ,

*c*, *d*, je peux toujours rester sur la droite. Il en va autrement si nous visons le point *e* ou le point *f*.

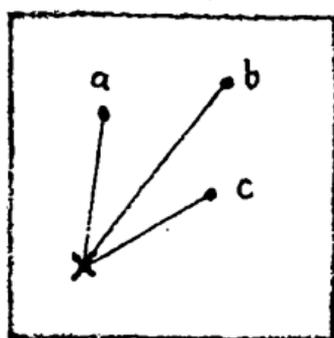


Vous ne pouvez plus rester sur la droite si vous voulez atteindre le point *e* ou le point *f*. Vous devez sortir de la droite pour parvenir à *e* ou à *f*. Il faut donc parcourir la droite d'une façon ou d'une autre puis sortir de la droite, pour atteindre ces points.

Admettez maintenant que vous considériez une surface, disons la surface du tableau, et je repère à nouveau sur la surface du tableau un certain nombre de points: *a*, *b*, *c*. Pour atteindre ces points, vous pouvez toujours rester sur la surface du tableau. Si vous êtes ici (X) vous pouvez faire ce chemin qui ne sort pas du tout du tableau, en direction de ces points. Par contre, si vous voulez rester sur le tableau, vous ne pouvez pas atteindre la pointe qui est ici (en avant du tableau) et qui représente un point supplémentaire. Il vous faut là sortir du tableau. Il est possible, de cette façon, de se faire

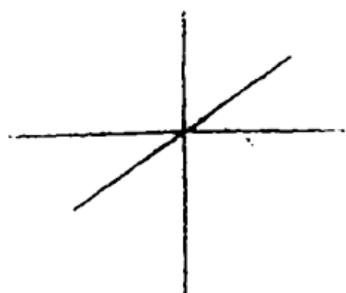
une idée de la dimensionnalité de l'espace en disant: pour des points qui se trouvent dans la première dimension, il est possible de les atteindre par cette dimension unique. Mais pour des points qui se

trouvent en dehors de cette dimension unique, on ne peut pas les atteindre sans sortir de cette dimension.



Et de même on ne peut pas atteindre des points placés dans la troisième dimension en parcourant la surface. Que se produit-il si je ne parle des points *e* et *f* qu'en référence à la première dimension où se trouvent *a*, *b*, *c*, et *d*? Représentez-vous un être qui ne serait en mesure d'observer que dans une seule dimension, qui n'aurait aucune représentation d'une deuxième et d'une troisième dimensions. Aussi vrai que vous bougez dans un espace à trois dimensions, un tel être ne bougerait que dans une seule dimension. A l'instant où cet être emporte le point *a* (voir dessin page 68) jusqu'ici (*b*) et que le point s'écarte et va vers *e*, à cet instant même, le contenu de ce point disparaîtrait tout simplement pour cet être. Il n'est plus là pour un être de ce genre, qui ne pourrait percevoir que dans une seule dimension, dès l'instant où il sort de cette dimension unique. Et de même, tous les points qui se trouvent à l'extérieur des deux dimensions de la surface, ne sont pas là, pour un être qui ne peut percevoir que dans les deux dimensions de la surface. Et si un point appartenant à la surface s'aventure à sortir de cette surface, cet

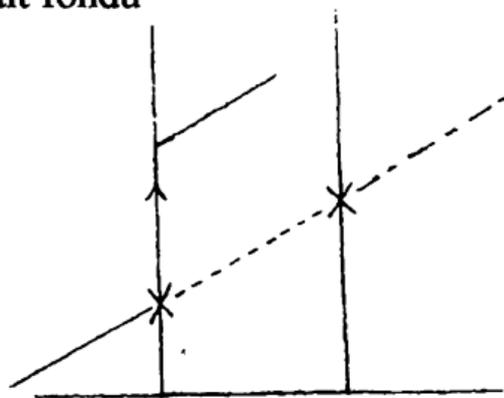
être n'aurait aucun moyen de le poursuivre. Il disparaîtrait du domaine de son espace. Un être de ce genre, un être qui ne pourrait percevoir que dans une seule dimension, qu'aurait-il donc comme géométrie? Il n'aurait qu'une géométrie unidimensionnelle. Il ne pourrait parler des distances et de leurs lois que dans le cadre de l'unique dimension. Un être qui ne peut percevoir que dans deux dimensions ne pourrait parler que des lois des figures planes, il n'aurait qu'une géométrie bidimensionnelle. Nous autres hommes, avons à priori une géométrie tridimensionnelle. Un être ayant une géométrie bidimensionnelle n'aurait absolument aucune possibilité de se représenter géométriquement ce que fait un point qui sortirait des deux dimensions et se trouverait là devant (en avant du tableau). Nous autres hommes, je le répète, avons une géométrie tridimensionnelle.



Maintenant, puisque j'ai à le faire, je pourrais bien, comme je l'ai dit précédemment à propos de la dilatation du mercure en trois dimensions qui sont réduites à une seule dimension, je pourrais avoir tracé une droite en deux dimensions, comme le tableau me le permet, et la tracer de sorte qu'elle soit rapportée à un système de

coordonnées dans l'espace. J'aurais ici un axe des abscisses, un axe des ordonnées et là-dessus, perpendiculairement, un troisième axe, et je pourrais ainsi tracer cette droite comme une droite de l'espace. A l'instant où je parviens soit au point de fusion, soit au point d'ébullition, je ne suis plus en mesure de continuer mon tracé de cette droite.

Exprimé de façon théorique et hypothétique, il y aurait une possibilité de continuer. Admettons que je puisse faire la chose suivante: Disons que l'accroissement de température est représenté par cette droite (dessin p.72). Je devrais donc, alors que tous les facteurs restent identiques, changer ici quelque chose, et je pourrais continuer alors à partir d'un autre point, au-dessus. Ainsi, j'aurais encore un autre point d'arrêt et resterais dans mon monde. Mais un tel point d'arrêt, je n'en ai pas. Car je dois en effet tout simplement partir du même point, là où se trouve la température après que le corps en question ait fondu



ou se soit évaporé, si je trace ce graphique de température. Je dois partir du point où elle est arrivée quand la fusion ou la vaporisation a débuté (xx du dessin). Vous voyez donc qu'ici, avec le point de

fusion ou d'ébullition, je suis amené à quelque chose qui ne peut être comparé à rien d'autre qu'à la situation dans laquelle se trouve un être unidimensionnel lorsqu'un point s'échappe de sa dimension unique pour disparaître dans la deuxième dimension, ou bien à un être bidimensionnel quand un point lui échappe dans la troisième dimension. Lorsque le point revient et qu'il reprend son chemin à partir de la même position, lorsque donc le point  $a$  s'égare par ici (dessin p. 69), qu'il sort et qu'on l'attend, puis qu'il revient, il me faut alors suivre à nouveau sa trajectoire à partir de la même position dans la dimension unique. Si l'on s'exprime purement du point de vue de l'apparence, quand l'échauffement disparaît pour moi lors de la fusion et de l'ébullition, je n'ai devant moi rien d'autre que le fait que ma courbe de température est interrompue et que je dois la prolonger quelque temps après à partir du même point. Mais ce qui se produit avec la chaleur pendant l'interruption, cela sort effectivement du domaine dans lequel je trace ma courbe – et je dis explicitement que je peux la tracer sous la forme d'une courbe dans l'espace. Il y a *à priori*, je dis bien *à priori*, une analogie entre cette disparition du point  $a$  de la première dans la deuxième dimension, et ce qui se passe là avec la chaleur que montre le thermomètre, pendant que ce thermomètre reste immobile lors de la fusion et de l'ébullition.

Il s'agit maintenant de mettre en relation ce phénomène avec un autre. Voyez-vous, c'est effectivement dans cette mise en relation des phénomènes que tout se passe; non pas dans la cogitation de je

ne sais quelle théorie, mais dans la mise en relation des phénomènes de sorte qu'ils s'éclairent et s'expliquent mutuellement. Telle est la différence entre la physique *goethéenne* et celle qui règne aujourd'hui. C'est le fait que la physique goethéenne rassemble simplement les phénomènes afin qu'ils s'éclairent mutuellement, alors que la physique d'aujourd'hui, quand elle se hasarde à passer à des théories, est en dehors de cela et ajoute aux phénomènes des théorisations et des idées fantaisistes.

Et puis nous allons confronter un autre phénomène avec celui de la disparition de l'échauffement que l'on constate au moyen du thermomètre pendant la fusion. Cet autre phénomène, il nous apparaît quand nous examinons notre formule d'hier:

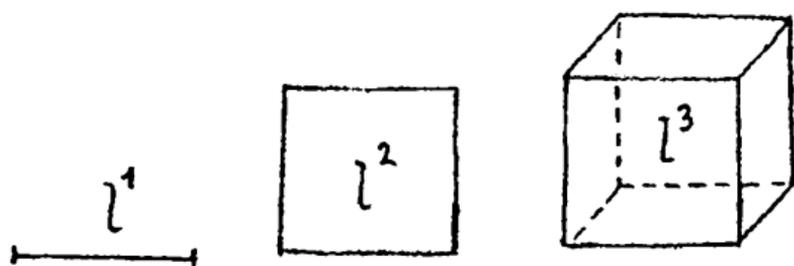
$$V = V_0 (1 + 3\alpha t + 3\alpha^2 t^2 + \alpha^3 t^3).$$

A propos de cette formule, j'ai dit hier que vous devez particulièrement observer les deux derniers termes. Il est aujourd'hui particulièrement important d'observer le terme  $t^3$  la puissance troisième de la température. Considérez par exemple une dimensionnalité spatiale habituelle. Dans cette dimensionnalité, quand il s'agit d'un corps mathématique, vous allez parler de longueur, largeur et hauteur. Ce sont en effet les trois dimensions essentielles de l'espace. Et maintenant, si nous échauffons une barre, comme nous l'avons fait hier, nous pouvons en observer la dilatation. Nous pouvons aussi observer la température de cette barre. Mais il y a une chose que nous ne pouvons pas obtenir: c'est que

pendant qu'elle se dilate, la barre ne relâche pas de la chaleur dans son entourage, qu'elle ne fasse pas s'écouler, qu'elle ne rayonne pas de la chaleur. Cela, nous ne pouvons pas l'empêcher. Il ne nous est pas possible de nous représenter une dilatation calorique seulement dans une dimension – je vous prie d'être attentifs à ce mot. Nous pouvons très bien nous représenter une dilatation spatiale selon une seule dimension, et c'est ce que l'on fait toujours en géométrie, c'est-à-dire comme une droite, mais jamais nous ne pouvons penser un état de chaleur qui se propagerait seulement selon une droite. Si nous faisons attention à cela, nous ne pouvons pas dire que le processus de chaleur, pensé maintenant comme une courbe, n'est pas, dans l'espace, réellement quelque chose d'autre que ce qui est symbolisé par la courbe que j'ai tracée ici (voir schéma p.72). Je n'embrasse pas du regard le processus entier, par le biais de cette courbe. Il y a encore quelque chose d'autre qui est en jeu, en plus de ce que je peux embrasser du regard au moyen de cette courbe. Et ce qui là est en jeu doit complètement modifier la nature et l'essence de ce que je figure effectivement par cette courbe que j'utilise pour représenter l'état de chaleur (la « calorité » N.d.T.), et peu importe que je le considère géométriquement ou arithmétiquement.

Nous avons donc cette chose particulière que lorsque nous voulons cerner l'état de chaleur au moyen des droites de notre géométrie habituelle, dans la mesure où il se manifeste par la température, il ne nous est pas possible de le cerner com-

plètement. Et ceci a un autre effet. Pensez par exemple que vous avez une droite (voir dessin). Cette droite a une certaine longueur  $l$ . Elevez cette droite  $l$  au carré, vous pouvez dessiner ce  $l^2$  au moyen de cette surface carrée. Imaginez que vous formez  $l^3$ , vous pouvez dessiner cette troisième puissance au moyen du cube, du corps dans l'espace. Mais admettez que je forme la quatrième puissance  $l^4$ , que dois-je faire, si je veux continuer à dessiner? Je peux passer de la ligne à la surface, de la surface au corps, mais que puis-je faire maintenant



pour passer à la quatrième puissance, si je veux continuer à m'appuyer sur la même méthode? Je ne peux plus rien faire à l'intérieur de notre espace tridimensionnel. Ceci vaut tout d'abord en ce qui concerne les grandeurs spatiales mathématiques. Mais nous avons vu que l'état de chaleur, pour autant qu'il se manifeste par la température, ne peut pas être exprimé par des dimensions spatiales. Il y a encore autre chose là derrière. Sans cela, un état de chaleur qui serait le long d'une barre pourrait être

pensé comme ne s'écoulant que dans la longueur de la barre. Or c'est impossible. Il découle de cela que si je me mets à l'ouvrage de façon conséquente, je ne dois pas saisir de façon identique l'élévation en puissance de  $t$  et l'élévation en puissance des dimensions de l'espace. Je ne dois pas penser au sujet des puissances de  $t$  la même chose que ce que je pense au sujet des puissances de  $l$  ou de n'importe quelle autre grandeur purement spatiale. Et si par exemple – je veux traiter cela aujourd'hui tout d'abord à titre de pure hypothèse –, si par exemple je n'avais que la puissance  $l$ , la première puissance de  $t$  et que celle-ci ne puisse pas être exprimée par un droite, la deuxième puissance  $t^2$ , alors, ne pourrait pas être exprimée par une surface. Et la troisième puissance  $t^3$  ne pourrait elle non plus être exprimée par une grandeur spatiale. De la même façon que pour les grandeurs mathématiques, je sors de l'espace après avoir passé la troisième puissance, peut-être que je sortirais de l'espace déjà pour la deuxième puissance, et que je n'y serais plus du tout pour la troisième.

Faites-vous donc à l'idée que vous devriez vous représenter la grandeur  $t$  comme étant d'une nature tout autre qu'une dimension de l'espace. Vous devriez ressentir le  $t$  ordinaire comme étant déjà un carré, comme une deuxième puissance, et vous devriez ressentir le carré de  $t$  comme étant déjà une puissance troisième, et le cube de  $t$  comme une quatrième, ce par quoi vous sortez de notre espace habituel. Réfléchissez au visage tout particulier que cette formule prendrait ainsi. Le dernier terme qui

figure dans cette formule me forcerait alors à sortir de l'espace tridimensionnel. Simplement par le calcul, je serais déjà contraint, avec le dernier terme de ma formule, à me dégager de l'espace tridimensionnel. Je dis cela maintenant à titre de pure hypothèse, comme une possibilité, ainsi qu'on le fait pour des formules mathématiques. Lorsque, n'est-ce-pas, vous vous représentez un triangle et que vous constatez que ce triangle a trois angles, vous avez ainsi tout d'abord un triangle en pensée. Vu que la pensée est un peu paresseuse, dessinez-le pour le concrétiser. Mais le dessin n'a rien à faire avec cela. Vous avez quelque chose de donné: La somme des angles est  $180^\circ$ . Ou bien: Dans un triangle rectangle, le carré de l'hypoténuse est égal à la somme des carrés des deux autres côtés. C'est quelque chose à quoi on a affaire a priori, de la même façon que j'ai affaire maintenant à  $t$  à la puissance où il est. Revenons maintenant en arrière pour regarder ce phénomène que nous avons constaté. C'est ainsi qu'on fait en géométrie: quand j'ai besoin d'observer un triangle sur un pont ou quelque chose comme cela, ce que j'ai pensé sur un triangle abstrait se vérifie bien. Ce que j'ai pensé sur le  $t$  abstrait – nous voulons venir toujours plus près, au corps à corps avec la réalité, mais pas à pas –, cela, a priori, une certaine ressemblance avec ce qui se présente lors de la fusion ou de la vaporisation. Je n'étais pas en mesure de saisir la fusion et la vaporisation dans les trois dimensions de l'espace. Je ne peux les saisir que si j'interromps le tracé de la courbe et que je le reprends de nouveau.

Or si les suppositions que j'ai faites précédemment correspondent, je serais aussi dans l'obligation de sortir de l'espace tridimensionnel pour la troisième puissance, pour le cube de la température.

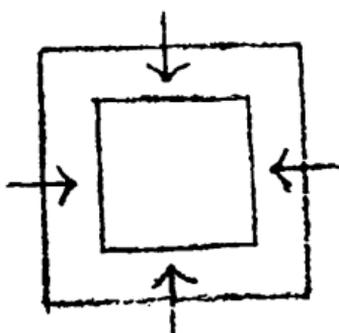
Voyez-vous, je vous ai montré un chemin qu'il faut emprunter dans une certaine mesure quand on veut chercher à rassembler les phénomènes qui se donnent à propos de l'être de la chaleur afin que du fait de cette confrontation on puisse atteindre quelque chose de semblable à ce qui a été atteint dans le cours précédent concernant l'être de la lumière. Le physicien Crookes est parti de tout autres prémisses<sup>13</sup>. Et ce qui est remarquable, c'est que par ses recherches, il est toujours parvenu à un résultat semblable à ce que nous avons posé comme une pure hypothèse et dont nous allons serrer de près la réalité prochainement, dans notre étude. Lui aussi, il en vient principalement à considérer les modifications de la température comme quelque chose qui a à voir avec une sorte de quatrième dimension de l'espace. Il est important aujourd'hui d'attirer l'attention sur ce fait, vu que les relativistes, et Einstein à leur tête, quand ils vont au-delà des trois dimensions de l'espace se voient contraints de passer au temps et de considérer celui-ci comme la quatrième dimension, de sorte que dans les formules d'Einstein on trouve toujours le temps désigné comme la quatrième dimension ; alors que Crookes s'est trouvé dans l'obligation de considérer comme quatrième dimension l'accroissement ou la diminution de la calorité. Ceci était une parenthèse historique.

A ces phénomènes, je vous prie maintenant d'ajouter ce que j'ai dit aussi précédemment. J'ai dit ceci: Je peux poser un corps solide ordinaire, et il garde sa forme, c'est-à-dire qu'il a un certain contour. Un corps liquide, je dois le verser dans un récipient. Il forme toujours une surface de niveau et il prend par ailleurs la forme du récipient. Il n'en est pas de même pour les corps gazeux ou vaporisés. Ils se dilatent dans toutes les directions. Pour les contenir, je dois les enfermer dans un récipient fermé de tous côtés. Ce récipient fermé de tous côtés leur donne sa forme de telle sorte que pour un gaz, je n'ai une forme que si je l'enferme de tous les côtés.

Lorsque j'ai un corps solide, il a sa forme justement parce qu'il est un corps solide. Il l'a en quelque sorte de lui-même. Je laisse maintenant le liquide de côté en tant qu'état intermédiaire, et je veux décrire en tant que contraires les corps solides et gazeux. Le corps solide se donne en quelque sorte lui-même ce que je dois apporter en plus pour les gaz: l'établissement de parois de tous les côtés. Or pour le gaz, il apparaît quelque chose de particulier. Si vous transférez la même quantité de gaz d'un récipient à un autre plus petit, vous devez comprimer les parois, vous devez exercer une pression.

Cela signifie ni plus ni moins que vous devez surmonter la pression du gaz. Vous devez le faire sur les parois qui donnent la forme, au moyen d'une pression. Nous pourrions donc dire: Un gaz qui a tendance à s'échapper de tous les côtés est maintenu par l'obstacle des parois. Cet obstacle est là de lui-

même, lorsque j'ai un corps solide. Ainsi sans théoriser en rien, mais en observant simplement les faits



complètement ordinaires, je peux définir l'opposition polaire qui existe entre gaz et solides en disant: Ce que je dois venir apporter du dehors pour le gaz, est déjà là de lui-même pour le corps solide. Mais en refroidissant ce gaz, vous pouvez le ramener à son point d'ébullition et obtenir un liquide à partir de cette vapeur; et en continuant à refroidir jusqu'au point de fusion, vous pouvez à partir du liquide, obtenir à nouveau un corps solide. C'est-à-dire qu'au moyen de processus qui sont en relation avec l'être de la chaleur, on peut tout simplement faire en sorte de n'avoir plus besoin de donner la forme du dehors, mais que cette forme au contraire se modèle toute seule du dedans. Vu que je n'ai rien fait d'autre que modifier l'état de chaleur, il est bien évident que cette prise de forme se rapporte d'une façon ou d'une autre à cette modification de la « calorité ». Dans les corps solides se trouve quelque chose qui n'était pas encore là dans le gaz. Si nous maintenons contre le corps solide une quelconque paroi, ce corps solide ne pousse à priori pas

sur cette paroi si nous n'appuyons pas nous-mêmes. Quand nous plaçons une paroi solide contre un gaz, le gaz pousse toujours sur la paroi solide. Vous le voyez, nous arrivons là au concept de pression, et nous devons mettre en relation l'apparition de la pression avec la « calorité ». Nous devons donc dire: Il faut chercher une certaine relation entre le fait que les corps solides se donnent une forme et l'opposition exercée par la pression de la paroi, contre la fuite du gaz dans toutes les directions. Si nous recherchons ces relations nous pouvons espérer pénétrer réellement dans l'essence du lien existant entre la chaleur et les corps.

## QUATRIÈME CONFÉRENCE

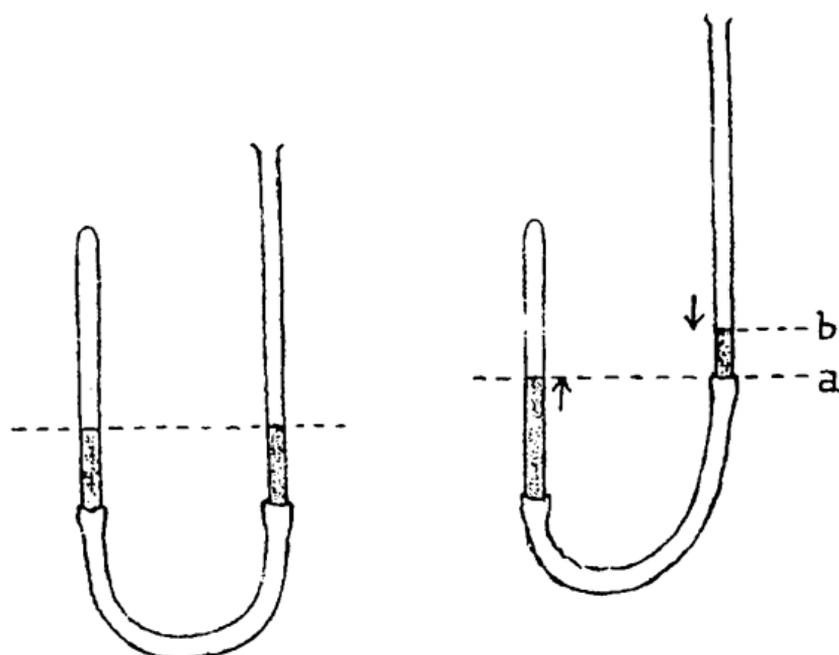
Stuttgart, 4 mars 1920

Vous aurez peut-être remarqué que dans cette étude, c'est un objectif précis qui est poursuivi. Nous voulons rassembler une série de phénomènes tirés du domaine de la chaleur afin de pouvoir en tirer la compréhension de ce en quoi consiste effectivement cette être de la chaleur. Jusqu'ici, nous avons essentiellement pris connaissance de relations qui peuvent nous apparaître au sein de ce domaine de la chaleur, et nous avons notamment observé dans quelle relation se trouvent l'essence calorique et l'aptitude des corps à la dilatation. Nous avons alors essayé de fixer tout d'abord quelques représentations imagées concernant la forme d'un corps solide, celle d'un corps liquide et celle d'un corps gazeux ou vaporisé. Et j'ai aussi parlé des relations de l'être de la chaleur avec ces transformations que l'on peut produire sur les corps: le passage de l'état solide au liquide et au gazeux. Et maintenant, je voudrais vous présenter le phénomène qui pourra nous montrer les relations qui apparaissent quand nous avons affaire à des gaz, des vapeurs, dont nous savons déjà qu'ils ont un lien particulier avec l'essence calorique, par le fait qu'au moyen de l'essence calorique, on peut faire apparaître l'état gazeux et qu'à nouveau, au moyen d'une certaine modification du degré de chaleur, on peut fabriquer à nouveau un corps liquide à partir d'une vapeur

gazeuse. Vous savez que quand on a un corps solide, il est impossible de le pénétrer avec un autre corps solide. L'observation de relations élémentaires aussi simples est extraordinairement importante si nous voulons vraiment pénétrer dans l'essence calorique. Ce que l'on veut ici expérimenter doit mettre en évidence la façon dont la vapeur d'eau que nous produisons ici (l'expérience est réalisée.) vient d'abord là dans ce récipient et se trouvera donc à l'intérieur de celui-ci. Nous allons donc progressivement remplir ce récipient de vapeur d'eau, puis nous allons amener par l'autre côté une autre vapeur dont vous pouvez suivre la silhouette du fait qu'elle est colorée<sup>14</sup>. Vous le voyez donc, bien que nous ayons rempli ce ballon de vapeur d'eau, l'autre vapeur s'introduit par l'autre côté dans cet espace rempli de vapeur d'eau, ce qui veut dire qu'un gaz n'empêche pas un autre gaz de s'introduire dans l'espace qu'il occupe déjà lui-même. Nous voulons pour l'instant retenir ce phénomène tel qu'il est et nous mettre bien d'accord sur le fait que les corps gazeux ou vaporisés sont, dans une certaine mesure, mutuellement interpénétrables.

Je veux vous présenter un autre phénomène qui doit vous montrer une relation de plus entre de l'essence calorique et les autres faits. Nous avons ici, à gauche, dans ce tube, de l'air qui est tout simplement dans le même état que l'air extérieur dot nous sommes continuellement environnés à une certaine pression. C'est la pression atmosphérique habituelle qui, continuellement, presse aussi sur

nous. Ainsi nous pouvons dire: l'air que nous avons là-dedans, à gauche, est exactement à la même pression que l'air extérieur, ce qui se manifeste par le fait que la colonne de mercure se maintient au même niveau à gauche et à droite ; et par le fait qu'à gauche et à droite, la colonne de mercure se trouve à la même hauteur, vous



concevez qu'ici (à droite), l'air extérieur, qui conserve un libre accès par le haut, est soumis à la même pression que l'air qui est ici dans ce tube de verre fermé de tous côtés (à gauche). Nous allons maintenant provoquer une modification en accroissant la pression sur l'air dans le tube de gauche. Nous pouvons obtenir cela en élevant ici le tube de droite (dessin de droite). En l'élevant, nous avons, à gauche, ajouté à la pression atmosphérique ordi-

naire, celle qui provient de la colonne de mercure soulevée. Donc, tout simplement, j'ai ajouté le poids de la colonne de mercure de  $a$  à  $b$ . Or du fait que nous avons ainsi augmenté de la pression qui correspond au poids de cette colonne de mercure, la pression exercée sur cet air, comme nous le voyons, l'espace intérieur, le volume, comme on dit, est devenu plus petit, dans l'autre tube, et nous pouvons dire: Lorsque nous augmentons la pression exercée sur un gaz, son volume, son extension spatiale, décroît. Nous devons retenir cela comme un phénomène supplémentaire: retenons que l'extension spatiale et la pression exercée sur un gaz sont en relation inverse. Plus la pression est grande, plus l'extension spatiale est petite; plus l'extension spatiale est grande, plus doit être faible la pression s'exerçant sur le gaz. Nous pouvons en tirer l'équation correspondant au fait que l'extension spatiale  $V_1$  et l'extension spatiale  $V_2$  sont dans le rapport inverse à celui des pressions  $P_1$  et  $P_2$ .

$$V_1 : V_2 = P_2 : P_1,$$

d'où il résulte:

$$V_1 P_1 = V_2 \cdot P_2.$$

Il sort donc de cela une loi relativement générale – nous ne pouvons en effet jamais parler que de lois relatives, et nous verrons pourquoi par la suite – il sort de cela pour le lien entre le volume et la pres-

sion dans un gaz, que le produit de la pression par le volume reste constant dans un gaz si nous maintenons la chaleur constante. Comme je l'ai dit, il nous faut rassembler de tels phénomènes pour nous approcher de l'essence de la chaleur. Du fait que par notre étude, nous voulons en même temps placer une base pour l'exploitation pédagogique à l'école, et par ailleurs élaborer nos connaissances, il s'agit pour nous, d'un côté, de connaître la façon de penser de la physique actuelle, et de l'autre, de prendre connaissance de ce qui doit advenir pour que l'on se dépêtre des obstacles qui empêchent la physique actuelle d'accéder à une véritable connaissance de l'essence calorique.

Lorsque vous vous représentez que, avec l'essence calorique, nous avons eu affaire essentiellement à des accroissements de volume, donc à des modifications de l'espace, et à des variations de pression, il convient de se dire qu'au cours de notre étude de l'essence calorique, nous avons rencontré des phénomènes mécaniques: variations d'espace, variations de pression. Je dois, pour que notre but soit atteint, parler de façon aussi exacte que possible, ce qu'on ne fait pas habituellement dans ce domaine. Ce sont des faits mécaniques que nous avons rencontrés. Ainsi s'est présenté, pour le développement moderne de la physique, le fait que quand on a étudié la chaleur, c'est un processus mécanique qui est apparu. Ce phénomène mécanique fut principalement ce sur quoi on a étudié les manifestations de la chaleur. L'être de la chaleur, on le relègue en quelque sorte dans les sphères de

l'inconnu, et l'on étudie essentiellement les processus mécaniques qui se produisent sous l'effet de la chaleur. Et vu que l'on ravale les sensations caloriques au rang de données subjectives, on étudie, lors des modifications de l'état de chaleur – du ressenti calorique –, la dilatation, disons, du mercure, c'est-à-dire finalement quelque chose qui appartient au domaine des phénomènes mécaniques. On étudie alors la corrélation entre l'état calorique, disons d'un gaz, d'une part, et des rapports de pression d'autre part, ce avec quoi nous allons poursuivre. Et de nouveau, on voit que là on étudie effectivement quelque chose de mécanique, en laissant en quelque sorte de côté l'être de la chaleur. Nous avons vu hier qu'il y a effectivement une bonne raison pour laisser de côté cet être de la chaleur. Nous avons vu en effet comment cet être de la chaleur crée des difficultés dans les calculs habituels dès l'instant que nous l'introduisons dans les équations, comment, par exemple, une troisième puissance de la température ne peut pas être traitée comme une troisième puissance ordinaire. Et comme la thermique courante n'a pas su que faire des puissances de la température, comme je vous l'ai déjà dit précédemment, elle a tout simplement rayé les puissances deux et trois de la formule de la dilatation.

Il vous suffit donc maintenant de réfléchir au fait que dans la sphère de la nature extérieure, c'est toujours sous forme de processus mécaniques que nous rencontrons l'état calorique, et avant tout de processus spatiaux. Les processus spatiaux sont

déjà là. La chaleur se manifeste en relation avec des processus spatiaux. C'est ce qui fait que par cette simple réflexion, nous sommes contraints de traiter la chaleur comme cette droite spatiale qui nous conduit, dans une dilatation, de la puissance un à la puissance deux. Quand nous considérons la droite, la première puissance de la dilatation, et que nous voulons passer à l'étude de la deuxième puissance, il nous faut sortir de la droite.



Il nous faut donc ajouter la deuxième à la première dimension, il nous faut d'une façon ou d'une autre passer de la première puissance à la deuxième. Il nous faut penser la direction de la deuxième puissance tout autrement que celle de la première puissance. Et il nous faut faire exactement la même chose quand nous considérons un état de température. En quelque sorte, la première puissance est là, dans la dilatation. La variation de température est une chose qui, en rapport avec la dilatation, apparaît ici comme la deuxième direction en rapport avec la première. Je ne peux donc pas faire autrement, pour ajouter la dilatation à la variation de température, que d'ajouter à la droite des abscisses, la droite des ordonnées. Mais il résulte de cela que ce qui se produit à cause de l'être de la chaleur, la modification de température donc, je ne dois pas la traiter comme une première puissance, mais

d'emblée comme une deuxième puissance, et la deuxième puissance, comme une troisième. Et si nous rencontrons la troisième puissance de la température, nous ne pouvons plus rester dans notre espace ordinaire. Une réflexion toute simple, nécessitant cependant des concepts assez subtils, vous montre ainsi que lorsque nous étudions la chaleur agissant dans l'espace, donc dans la troisième dimension, il n'est pas possible de s'en tenir à la troisième dimension de l'espace. Cela vous montre que dès que nous avons affaire aux trois dimensions de l'espace, nous sommes obligés, pour étudier l'action de la chaleur, de sortir de l'espace en tant que tel.

Or, la physique moderne se fait un devoir, pour l'explication des phénomènes, de strictement rester à l'intérieur de l'espace tridimensionnel. Et tant qu'elle se donne cette règle, vu qu'on ne peut pas trouver l'essence de la chaleur à l'intérieur de l'espace tridimensionnel, elle ne peut que passer à côté. Elle ne peut saisir, de l'être de la chaleur, que ses manifestations au sein de l'espace tridimensionnel.

Il y a là, voyez-vous, un point très important à l'occasion duquel, déjà dans une certaine mesure parmi les phénomènes de la nature inorganique, les phénomènes de la physique, une sorte de Rubicon doit être franchi pour passer à une conception des mondes supérieurs. Et l'on doit déjà dire: C'est parce que l'on fait tellement peu d'efforts pour parvenir à un peu de clarté sur ce point, qu'il règne également si peu de clarté dans le domaine de nos

conceptions des mondes supérieurs. Imaginez seulement que si les physiciens montraient à leurs étudiants que, lorsqu'on observe les phénomènes caloriques, l'on doit tout simplement sortir du contexte spatial ordinaire dans lequel se déroulent les processus mécaniques, ces maîtres de la physique feraient naître chez leurs étudiants la conviction que l'on ne peut en réalité pas étudier la physique sans sortir de l'espace tridimensionnel. Or ces maîtres sont considérés comme des gens savants, du fait qu'ils possèdent la connaissance en science physique. Ainsi, ce serait beaucoup plus facile, pour fonder devant les gens du monde ordinaire une conception des mondes supérieurs. Car même si ces personnes ordinaires n'avaient pas appris la physique, elles se diraient: Nous ne pouvons certes pas porter de jugement là-dessus, mais ceux qui connaissent la physique savent, eux, que déjà pour la physique, on doit sortir de l'espace et s'élever à d'autres contextes que ceux qui peuvent se présenter dans l'espace lui-même. C'est pour cela qu'il y a un enjeu si important dans le fait qu'en physique, nous accédions à certaines choses comme celles que l'on recherche ici, par notre étude. Si nous n'y parvenons pas, la situation se présentera toujours de telle sorte que d'un côté, on cherchera à répandre dans le public une conception du monde s'appuyant sur une base spirituelle, mais que de l'autre côté, la physique fera valoir ses idées comme quoi elle explique tous les phénomènes par le biais de purs processus mécaniques.— Cela conduit au fait que les hommes disent alors: Et oui, dans l'espace, il

n'existe que des processus mécaniques; La vie doit forcément être aussi un processus mécanique, de même que les choses psychiques doivent aussi forcément être des processus mécaniques, et les choses spirituelles aussi. La « science exacte » ne veut rien savoir d'un quelconque fondement spirituel du monde. Et la « science exacte » agit comme une autorité particulièrement forte pour la bonne raison que les gens ne la connaissent pas. Car sur une chose que l'on connaît, on se fait habituellement un jugement et on ne se laisse pas imposer un pouvoir autoritaire. Quand on ne connaît pas une chose, on s'y soumet facilement comme à une autorité. Si l'on faisait davantage pour populariser ce qu'on appelle les sciences strictement exactes, alors la puissance relative de certaines personnes qui sont retranchées derrière des murailles, en possession de cette science exacte, disparaîtrait complètement.

Dans le courant du XIX<sup>e</sup> siècle, à tous les faits que nous avons déjà observés s'est encore ajouté cet autre, que j'ai déjà évoqué, à savoir que l'on ne voit pas seulement apparaître des processus mécaniques au cours des processus concernant l'essence calorique, mais qu'à priori, on peut aussi transformer la chaleur en processus mécaniques, ce que vous pouvez constater dans les machines à vapeurs usuelles, dans lesquelles on produit de la chaleur pour qu'apparaisse un processus de locomotion; et inversement, des processus mécaniques comme les frottements et autres choses du même genre, peuvent être transformés en chaleur puisque ce qui est processus mécanique provoque, comme on dit, l'apparition de

chaleur. Ainsi, on peut transformer l'un dans l'autre, processus calorique et processus mécanique. Nous allons aujourd'hui tout d'abord étudier la chose provisoirement, à titre préliminaire, puis nous passerons à certains phénomènes appartenant à ce domaine.

On a découvert que non seulement les processus caloriques, mais aussi les processus électriques, et des processus appartenant au domaine de la chimie, peuvent être transformés en processus mécaniques. Et c'est à partir de cela que s'est développé ce qu'au cours du XIX<sup>e</sup> siècle on a pris l'habitude d'appeler la « théorie mécanique de la chaleur ». Cette théorie mécanique de la chaleur a comme tout premier fondement le fait que la chaleur et, disons, le travail mécanique, peuvent être transformés l'un dans l'autre. Mais il nous faut tout d'abord examiner de plus près cette affirmation. Je ne peux réellement pas vous épargner l'examen des constituants élémentaires de ce jugement, qui relèvent du domaine de la physique. Si justement, au cours de cette étude très importante, nous ne nous donnions pas la peine de rechercher en quoi consistent les éléments de ce jugement, nous nous ôterions toute possibilité d'introduire un peu de clarté dans ce domaine de l'essence calorique, qui est vraiment capital. Nous devons donc, à partir de là, soulever la question suivante: Que veut dire, finalement, le fait que je montre quelque part que la chaleur que je produis dans la machine à vapeur, engendre un mouvement extérieur, et donc un travail mécanique extérieur? Qu'est ce que cela signifie si je le trans-

forme en jugement: La chaleur a produit du travail mécanique? Faisons une fois bien clairement la différence entre ce que sont les faits constatés et ce que nous avons ajouté en tant que jugement à ces faits. Nous avons constaté qu'un processus se révélant comme un processus de chaleur, manifeste après coup un processus de travail, un processus mécanique. Or on y ajoute le jugement que le processus calorique, la chaleur en tant que telle, s'est transformé en processus mécanique, en production de travail mécanique.

N'est-ce pas, si je rentre dans cette pièce et que j'y trouve une température qui m'est agréable, j'arrive et je me dis intérieurement, peut-être tout à fait inconsciemment et sans me l'avouer à moi-même: dans cette pièce, je me sens bien. Je m'assieds au bureau et je me mets à écrire quelque chose. Ceci se fait consécutivement à ce qui s'est produit précédemment – je suis entré dans la pièce, l'ambiance de chaleur a agi sur moi. Après cela, s'est donc produit le fait que j'ai écrit quelque chose. D'une certaine façon, je pourrais vous dire: si j'avais trouvé ici une chaleur de cave, j'aurais pris la poudre d'escampette et n'aurais pas fait ce travail, ce travail d'écriture qui a été produit. Et si maintenant j'ajoute à ces faits le jugement: La chaleur qui m'a été apportée s'est transformée dans le travail qui est ensuite devenu visible – j'ai alors manifestement court-circuité quelque chose dans la formulation de mon jugement. Tout ce que je n'ai pu accomplir que par moi même, je l'ai laissé de côté. Or, tout ce que j'ai laissé de côté, je dois en

tenir compte, si je veux porter un jugement sur une réalité complète. Et une question se pose alors: Prenons une succession de faits tout à fait équivalents: il y a de la chaleur que j'ai produite avec une chaudière, puis apparaît du travail, le déplacement de la locomotive. Et si je dis simplement que la chaleur s'est transformée en travail, n'aurais-je pas fait la même faute que quand, dans le jugement précédent, je parle tout simplement d'une transformation de l'état de chaleur en des effets qui ne se sont pourtant produits que du fait que je suis intervenu moi-même? Il peut apparaître trivial d'attirer l'attention sur une telle chose, mais justement, cette trivialité semble avoir été négligée, oubliée, dans l'ensemble de la théorie mécanique de la chaleur. Et cela a une importance énorme. Il importe que l'on relie deux choses. Premièrement, le fait qu'à l'instant où l'on passe de la sphère des phénomènes mécaniques à la sphère où agit la chaleur, on doit absolument quitter l'espace tridimensionnel. Et deuxièmement, que donc, quand on observe tout simplement les phénomènes extérieurs de la nature, on n'amène pas ce qu'en l'occurrence on a mis comme un ajout, quand la chaleur se transforme en mon travail d'écriture. Quand la chaleur se transforme en mon travail d'écriture, je peux remarquer, à mes manifestations corporelles extérieures, que quelque chose est venu s'en mêler. Or quand je me trouve simplement devant le fait que je dois quitter l'espace tridimensionnel lorsque la chaleur se transforme pour moi en travail extérieur, je peux pourtant dire: peut-être que la chose la plus importante

qui mène à cette transformation, se produit à l'extérieur de l'espace tridimensionnel. Et je pense tout aussi superficiellement quand je parle tout simplement de la transformation de la chaleur en travail mécanique que quand je parle de la transformation de la chaleur en mon travail d'écriture et que j'omets, ce faisant, que je suis aussi inclus moi-même là-dedans.

Cela a pourtant une conséquence très importante, universelle, car pour cela, il faut que, dans la nature extérieure, même dans ses manifestations non-vivantes, inorganiques, je me sente dirigé vers une essence qui ne s'exprime pas elle-même au sein de l'espace tridimensionnel, mais qui agit en quelque sorte derrière l'espace tridimensionnel. Or, cela est une chose décisive, pour l'observation de l'essence calorique elle-même.

Maintenant que nous avons posé cela comme composante élémentaire du jugement dans le domaine calorique, nous pouvons revenir un peu à ce qui a déjà été évoqué: la relation particulière de l'homme avec l'être de la chaleur. Nous pouvons comparer d'autres sphères de perception à celle de l'essence calorique. J'ai déjà indiqué que lorsque nous percevons par exemple la lumière, nous avons cette perception de la lumière et des couleurs par le canal d'organes isolés. Ceux-ci sont simplement placés dans notre organisme, de sorte que nous ne pouvons pas dire que nous sommes confrontés avec l'ensemble de notre organisme respectivement à l'essence de la couleur et à l'essence de la lumière, mais que nous n'y sommes bien confrontés que par

le biais d'une partie de notre organisme. Il en est de même avec l'acoustiques, les phénomènes sonores. Nous sommes confrontés à l'essence sonore avec une partie de notre organisme, les organes auditifs. Pour l'essence calorique, nous y sommes confrontés avec tout notre organisme. Et ceci conditionne notre relation à l'essence calorique. Et si nous regardons plus précisément, si nous essayons, je dirais de transposer cela sur le plan de la connaissance de l'être humain, nous devons dire: nous sommes effectivement nous-mêmes cette essence calorique. Aussi vrai que nous nous promenons ici, dans l'espace, en tant qu'êtres humains, nous sommes nous-mêmes cette essence calorique. Dès l'instant où vous vous imaginez que la température s'élèverait d'une centaine de degrés, vous ne pourriez plus être identiques à cet état de chaleur, et de même si vous vous imaginez la température abaissée de 100°. Ainsi, l'essence calorique fait partie de ce dans quoi nous sommes continuellement plongés, que nous éprouvons comme une chose qui va de soi, mais dont nous n'avons pas conscience. Ce n'est que quand surviennent des écarts par rapport à l'état normal, que cela nous devient, en quelque sorte conscient.

Et maintenant, on peut observer une deuxième chose, liée à tout cela: Quand vous approchez d'un objet quelconque chauffé, et observez l'état de chaleur avec votre organisme – vous pouvez le faire du bout du doigt, ou avec les orteils, ou vous pouvez le faire avec un autre endroit de votre organisme, même le lobe de l'oreille si vous voulez, vous pou-

vez finalement percevoir cet état de chaleur avec tout votre organisme. Mais il y a encore autre chose que vous pouvez percevoir avec tout votre organisme. Vous pouvez percevoir ce qui presse sur votre organisme. Et de la même façon, vous n'êtes pas liés ici strictement à une composante particulière de votre organisme, comme par exemple à votre œil pour la perception des couleurs. Ce serait certes très agréable si par exemple la tête au moins échappait à cette perception de la pression. Il ne serait ainsi pas possible de la cogner d'une façon fâcheuse et devoir en supporter ensuite les conséquences. Nous pouvons dire: il existe une parenté intime, dans notre mode de relation au monde extérieur, entre les sensations caloriques et les sensations de pression. Nous avons parlé aujourd'hui de relations de pression liées aux variations de volume. Nous revenons maintenant à notre propre organisme et trouvons que ce qui concerne la chaleur est dans une parenté étroite avec ce qui concerne la pression. Ce fait là aussi, il nous faut bien le considérer afin de poser les bases de ce qui suit.

Mais il y a encore autre chose que nous devons évoquer avant de poursuivre notre étude. Vous savez que dans les manuels usuels, justement, à propos des processus physiques et physiologiques, on fait grand cas du fait que nous-mêmes avons certains organes pour percevoir les qualités sensibles habituelles. Nous avons l'œil pour la couleur, l'oreille pour le son, l'organe du goût pour certains processus chimiques, et ainsi de suite; réparti sur l'ensemble de notre organisme, nous avons en quel-

que sorte l'organe calorique, qui est une unité, mais aussi l'organe de la pression, en tant qu'unité. Et l'on rend habituellement attentif au fait qu'il y a encore d'autres choses que l'on perçoit et pour lesquelles, comme on dit, nous n'avons pas d'organe: le magnétisme et l'électricité que nous ne percevons que par leurs effets, qui restent en quelque sorte extérieurs, que nous ne percevons pas directement. On dit alors volontiers: si notre œil, au lieu d'être sensible à la lumière était sensible à l'électricité, il percevrait l'électricité qui s'écoule dans un fil télégraphique, dès lors qu'il observerait ce fil. Il percevrait l'électricité non plus seulement par ses effets, mais directement, comme les processus de couleur et de lumière. Or cela, nous ne le pouvons pas. Nous ne pouvons donc que dire: l'électricité, par exemple, est une chose pour laquelle nous n'avons pas d'organe de perception directe. Il y a donc des qualités naturelles pour la perception desquelles nous avons des organes, et des qualités naturelles pour lesquelles nous n'en avons pas. C'est bien comme cela qu'on dit.

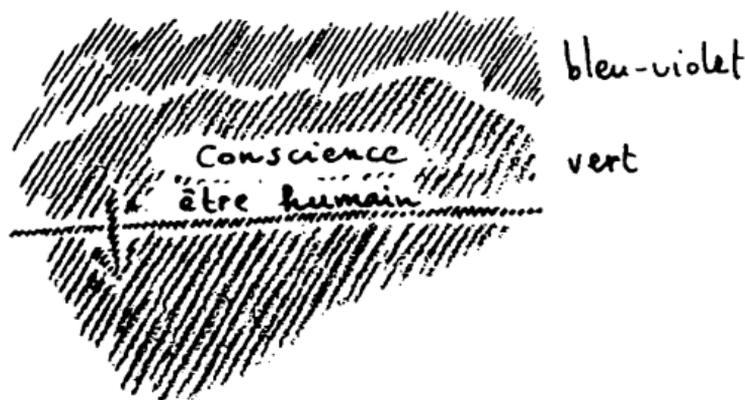
Il faut maintenant se demander si, pour quelqu'un qui observe les phénomènes avec un peu moins de préjugés que celui qui en vient à ce jugement, il n'y a pas quelque chose encore qui apparaîtrait. Vous savez tous à quel point ce que nous appelons nos représentations habituelles passives, et à travers lesquelles nous percevons le monde, dépendent étroitement des impressions de l'œil, de l'oreille, et combien elles dépendent un peu moins de ce que nous percevons par le goût et l'odorat.

Essayez donc, en partant seulement du langage, de rassembler l'essentiel de vos représentations les plus conscientes, et vous verrez que jusque dans les mots par lesquels nous exprimons nos concepts, on peut partout percevoir les vestiges des qualités sensorielles supérieures. Même lorsque nous prononçons ce mot très abstrait qu'est « être », son élaboration se rapporte à l'idée « j'ai vu ». Dans le mot « être », se cache le fait d'avoir vu. Et sans pour autant sombrer dans le matérialisme – et nous verrons pour quelle raison il ne faut pas y sombrer – on peut dire que notre monde de représentation relève d'une sorte de filtrage au moyen de la vue et de l'audition ; et dans une mesure bien moindre, de l'odorat et du goût, car il n'y a que peu de représentations dans lesquelles se cachent de telles perceptions sensorielles. Et c'est du fait que notre conscience est ainsi étroitement liée à ces qualités sensorielles supérieures, qu'elle accueille de cette façon ces représentations supérieures passives.

Oui, mais, de l'autre côté, nous avons à l'intérieur de notre psychisme, notre volonté, et vous vous souvenez à quel point j'ai souvent insisté dans les conférences anthroposophiques, sur le fait qu'envers la volonté, l'être humain dort bel et bien. Au fond, il n'est éveillé que dans le domaine de ses représentations supérieures passives. Ce n'est également qu'au moyen de ces représentations que vous percevez ce que vous « voulez ». Vous avez la représentation: je soulève ce verre. La composante représentation qui s'y trouve contenue figure intégralement au même niveau que les autres représen-

tations extérieures. Vous vous représentez quelque chose qui appartient complètement au domaine du visible. Une telle image - souvenir, vous ne pouvez pas la créer à partir du processus volontaire lui-même, à partir de ce qui se produit lorsque vous tendez le bras, que vous saisissez le verre et que vous le soulevez. Ce qui se joue là entre la conscience et les processus subtils à l'intérieur du bras, reste complètement dans l'inconscient. Cela reste aussi inconscient que l'état de sommeil dans lequel nous sombrons de l'endormissement jusqu'au réveil. Mais peut-on alors nier que ces processus existent bien en dépit du fait que nous ne les percevions pas? Ces processus doivent être intimement liés à notre nature humaine, car c'est bien *nous* qui soulevons le verre. Ainsi donc, dans le domaine de notre nature humaine, nous sommes conduits de ce qui vit directement dans la conscience, aux processus volontaires qui échappent en quelque sorte au domaine de la conscience ordinaire. Représentez-vous que tout ce qui se trouve au-dessus de cette droite est dans le domaine de la conscience. Ce qui est en dessous, qui plonge donc dans le domaine de la volonté, serait ainsi à l'extérieur de la conscience. Allons à partir de là dans le domaine des phénomènes de la nature extérieure: nous rencontrons notre œil, intimement lié aux phénomènes colorés, quelque chose que nous dominons par la conscience; nous rencontrons notre oreille, liée aux phénomènes sonores, quelque chose que nous dominons aussi par la conscience. Le goût et l'odorat parce que toujours dominés de façon rêveuse par la con-

science, sont eux obscurcis. Nous avons à nouveau quelque chose qui fait encore complètement partie du domaine de la conscience mais qui est en contact intime avec le monde extérieur.



Mais lorsque nous passons aux phénomènes magnétiques et électriques, ce qui vit dans l'électricité, le magnétisme etc. échappe pour nous à ce que nous savons dominer dans la relation directe de nos organes avec la nature. Cela nous échappe. Alors les physiciens et les physiologues disent: Nous n'avons pas d'organes pour cela, cela ne peut être perçu qu'extérieurement, nous en sommes coupés, c'est là en dehors (voir schéma p. 100). Nous avons donc un domaine dont nous nous approchons lorsque nous allons vers le monde extérieur. Nous avons là les phénomènes lumineux, les phénomènes caloriques. Mais les phénomènes électriques, par où nous échappent-ils? Nous ne décelons plus de relation avec les organes. Lorsque nous élaborons en nous des phénomènes lumineux ou sonores, nous en

tirons des empreintes filtrées dans notre représentation. Mais quand nous descendons là-dessous (en bas, rouge) notre propre être nous échappe et s'engouffre dans la volonté. Je vais maintenant dire quelque chose d'un peu paradoxal, mais réfléchissez-y jusqu'à demain. Imaginez-vous que nous ne soyons pas des êtres humains mais des arcs-en-ciel vivants et que nous soyons installés avec notre conscience dans la frange verte de l'arc-en-ciel, du spectre. Avec notre inconscient, nous atteindrions d'un côté le bleu-violet de l'arc-en-ciel, et cela disparaîtrait d'un côté comme l'électricité; de l'autre côté, nous atteindrions le jaune et le rouge et cela disparaîtrait comme notre volonté vers le dedans. Si nous étions des arcs-en-ciel, nous ne percevrions pas le vert, de la même façon que nous ne percevons pas directement ce que nous sommes directement; nous le vivons. Mais si en partant du vert nous passions au jaune, nous atteindrions en quelque sorte la frontière de notre propre intériorité. Et nous dirions: moi, arc-en-ciel, je m'approche de mon rouge, que je ne perçois cependant plus du fait qu'il est un élément intérieur; moi, arc-en-ciel, je m'approche de mon bleu-violet qui cependant m'échappe. Je suis là-dedans juste au milieu. Si donc nous étions des arcs-en-ciel vivants, nous serions installés au milieu du vert et nous aurions d'un côté le pôle bleu-violet et de l'autre le pôle rouge-jaune de la même façon qu'avec notre conscience, en tant qu'hommes installés quelque part, nous avons d'un côté les qualités naturelles qui nous échappent ainsi, comme le magnétisme et

l'électricité, et de l'autre les qualités intérieures qui nous échappent, comme les phénomènes de la volonté.

## CINQUIÈME CONFÉRENCE

Stuttgart, 5 mars 1920

J'aurais aimé vous présenter aujourd'hui encore quelques expériences qui auraient complété la série des faits dont nous avons besoin pour notre objectif, mais aujourd'hui encore, ce n'est pas possible, et je dois de ce fait organiser cette conférence un peu autrement que ce que j'avais prévu. C'est en partie parce que nous n'avons pas réussi à transformer l'appareil comme il l'aurait fallu, et qu'aussi nous n'avons pas pu obtenir de l'alcool, de la même façon qu'hier nous n'avions pas pu avoir de glace.

Je vais ainsi essentiellement poursuivre l'étude avec laquelle j'ai commencé hier. Il vous faut seulement jeter un regard rétrospectif sur tous les faits en face desquels nous nous sommes placés dans le but d'avoir une vue d'ensemble sur le comportement de différents corps à l'égard de l'être de la chaleur, et vous verrez que certains phénomènes typiques nous apparaissent, de sorte que nous pouvons dire: ces phénomènes expriment quelque chose de cet être de la chaleur, à priori inconnu pour nous<sup>15</sup>, qui doit concerner sa relation à la pression pouvant être exercée sur n'importe quel corps, aussi à sa relation au comportement de structure que peut adopter par exemple un corps solide, et aussi au degré de chaleur, à l'état de chaleur, de même qu'à l'ampleur de l'encombrement spatial, au volume. Nous pouvons suivre d'un côté la façon dont les

corps solides se liquéfient. Nous pouvons voir comment, pendant la liquéfaction d'un corps solide, on ne peut plus constater d'élévation de température extérieure au moyen d'un thermomètre ou d'un capteur de température, de sorte que, pour ainsi dire, l'accroissement de température est suspendu jusqu'à ce que la liquéfaction soit achevée. Et lorsque nous avons affaire à un liquide, celui-ci se dilate de nouveau sous l'effet de l'accroissement de chaleur. Nous pouvons voir d'un autre côté comment un corps liquide se transforme en vapeur ou en gaz, et comment en quelque sorte, les mêmes phénomènes, de disparition de l'accroissement de température et de sa réapparition quand la totalité du corps est passée à l'état gazeux, se produisent. Vous pouvez ainsi bien vous représenter vous-mêmes tout ce qui se rapporte à cela, car nous avons là, en effet, une série de faits que nous pouvons suivre en quelque sorte avec nos yeux, nos sens et nos instruments. Et puis nous avons attiré l'attention hier sur certaines expériences intérieures que l'homme lui-même fait sous l'influence de l'être de la chaleur ; mais qu'il fait aussi sous l'influence d'autres qualités sensibles telles que la lumière, le son ; qu'il fait encore avec des phénomènes extérieurs tels que le magnétisme et l'électricité. Tout cela n'amène cependant pas, en tout cas de façon directe, jusqu'à une véritable perception sensorielle, parce que, comme le dit la physique ordinaire, l'homme n'a pas les organes adéquats. Nous ne voyons en effet les phénomènes électriques ou magnétiques qu'indirectement, lorsque nous constatons

comment les corps magnétiques attirent d'autres corps, et nous voyons pour les phénomènes électriques, les effets les plus divers. Mais finalement, nous n'avons pas, pour l'électricité et le magnétisme une capacité de perception directe comme pour la lumière et le son.

Nous avons alors particulièrement examiné le fait que nos représentations passives proprement dites, par lesquelles nous nous représentons le monde dans la connaissance, sont effectivement des perceptions sensorielles supérieures distillées. Et nous devons bien retenir cela. Partout où vous l'examinerez, vous verrez que vous avez de telles représentations supérieures. Vous verrez comment, en fin de compte, vos représentations supérieures sont, en arrière plan, le résultat d'une distillation de perceptions des sens supérieurs, et j'ai expliqué cela hier à propos du concept d'être. Vous pouvez encore entendre résonner des sons, dans ces évocations que contiennent nos représentations supérieures, et vous pouvez aussi bien voir transparaître ce que ces représentations contiennent encore de lumière. Ce n'est que pour une catégorie particulière de représentations que vous ne pouvez pas le faire, comme vous allez bientôt le remarquer. Vous ne pouvez pas le faire pour les représentations mathématiques proprement dites. Je veux dire que pour ces représentations mathématiques, pour autant que vous vous intéressiez à la mathématique, une référence à quelque chose de sonore ou de visuel n'entre pas en ligne de compte. Naturellement, il ne faut pas partir sur une confusion. Un homme pensera

certes aussitôt à des notes quand il parlera des nombres de vibrations des ondes sonores. Ce n'est évidemment pas de cela que je parle ici. Je parle de toutes ces représentations mathématiques que l'on acquiert et qui sont purement mathématiques, ainsi par exemple que le contenu du théorème de Pythagore, ou le fait que la somme des angles d'un triangle est de  $180^\circ$  ou que le tout est plus grand que ses parties, etc. Ce qui se trouve à la base de ces représentations purement mathématiques, ne ramène en fin de compte effectivement à rien qui soit vu ou entendu, mais, quand on le suit jusqu'au bout, ramène finalement à des impulsions volontaires en nous, aussi étrange que cela puisse paraître tout d'abord. Partout vous verrez, si vous intégrez une sorte de psychologie de ces choses, que si vous leur dessinez un triangle, dans la représentation qu'ils en tireront, les gens se représenteront le triple déploiement de leur volonté dans le passage à chaque coin, un déploiement de la volonté trois fois répété dans les angles par un mouvement de la main, ou par un déplacement, par le fait de se tourner. Ce que vous avez là comme représentations volontaires, vous l'introduisez en réalité dans les représentations purement mathématiques. Telle est en effet la différence entre les autres représentations et les représentations mathématiques, cette différence dont Kant par exemple ou d'autres philosophes font un tel casse-tête<sup>16</sup>. Vous pouvez distinguer les représentations mathématiques et la contrainte intérieure qu'elles comportent, des autres représentations purement empiriques, qui ne sont pas contraignan-

tes. Cette différence provient du fait que les représentations mathématiques sont si intimement liées à nous-mêmes, que nous transportons en elles notre être volontaire ; et ce n'est que ce que nous éprouvons dans notre sphère volontaire que nous investissons dans les opérations mathématiques. C'est pour cela que les résultats nous paraissent aussi certains. Et ce que nous ne ressentons pas aussi intimement lié à nous-mêmes, mais que nous ne ressentons que du fait qu'un organe est disposé à tel ou tel endroit, cela nous apparaît incertain et empirique. Telle est la véritable différence. Je dois attirer maintenant votre attention sur le fait que lorsque nous descendons dans cette sphère volontaire, où vient poindre dans l'abstraction l'ensemble de toutes nos représentations purement mathématiques et géométriques, nous arrivons au domaine de la volonté qui, dans son fonctionnement tel qu'il se produit dans nos organes, nous est intérieurement aussi inconnue que nous le sont extérieurement l'électricité et le magnétisme. J'ai essayé de vous le démontrer hier en vous invitant à vous représenter que vous étiez un arc-en-ciel vivant et pensant et que vous placiez votre conscience dans la couleur du vert, de sorte que vous ne perceviez pas le vert mais que des deux côtés, vous plongiez dans l'inconnu. J'ai comparé le rouge à l'immersion dans la sphère inconnue de la volonté, et le bleu-violet à l'immersion vers l'extérieur, dans les sphères électrique, magnétique et autres.

Et maintenant, je greffe à cet endroit de notre cours ces considérations physiologiques-

psychologiques, si je puis dire, parce qu'il est tout à fait essentiel que dans toute les études de physique de l'avenir, la physique proprement dite soit à nouveau ramenée à l'homme. Il ne sera pas possible que les confusions qui règnent actuellement dans la physique en soient évacuées si on ne se relie pas de nouveau à l'être humain. Nous le verrons dans la continuation de notre étude des phénomènes caloriques. Mais l'établissement de ce lien avec l'être humain n'est certes pas facile pour la pensée actuelle. Et la cause en réside dans le fait que l'homme ne comprend réellement pas bien comment on peut jeter un pont entre ce qu'on perçoit extérieurement dans le monde des phénomènes spatiaux ou des phénomènes sensibles extérieurs en général, et ce qu'on éprouve intérieurement. Il existe aujourd'hui un tel dualisme entre tout ce que nous intégrons de connaissance sur le monde extérieur et tout ce que nous éprouvons intérieurement, que ce pont est extraordinairement difficile à établir. Mais il faut pourtant l'établir pour le salut des sciences physiques. C'est pourquoi, plus pour mettre en évidence que pour expliquer, il convient de nous tourner vers un phénomène, dans l'homme lui-même, par lequel on peut saisir un peu la façon dont on doit se positionner effectivement lors de l'étude de phénomènes physiques aussi importants que ceux qui concernent l'essence calorique. Je voudrais vous indiquer la chose suivante:

Imaginez-vous que vous apprenez un poème par cœur. En l'apprenant par cœur, il vous faudra tout d'abord prendre en conscience les représentations

qui sont à la base de ce poème, et vous ferez toujours beaucoup d'efforts, au début quand vous récitez ce poème, pour faire défiler en vous ces représentations. Mais vous savez bien qu'à force de réciter ce poème, notamment si un certain laps de temps s'écoule, il arrivera un moment où vous pourrez jusqu'à un certain point vous économiser de faire défiler en vous ces représentations avec autant d'intensité qu'au début. Il est vrai qu'on n'y prête pas beaucoup d'attention, mais nous voulons pourtant en parler, il peut venir un moment dont on s'approche pour le moins de façon asymptotique, si je puis dire, où l'on se trouve en mesure de débiter ce poème de façon simplement mécanique, sans plus réfléchir à ce qu'il contient. Certes, justement parce que nous sommes des êtres humains, nous ne voudrions pas volontiers aspirer à nous approcher de cette situation d'une élocution purement mécanique, mais en tous cas, il est pensable que nous l'amenions jusqu'à l'état où nous n'avons pratiquement plus besoin de réfléchir, et que dès que nous attaquons le premier vers, le poème se déroule quasiment tout seul, sans qu'on y pense. Ressentez qu'il s'agit là d'un aboutissement dont on s'approche comme une hyperbole s'approche de son asymptote. Or cela nous mène au fait que quand nous récitons un poème, nous avons affaire, au fond à l'interpénétration de deux activités différentes de notre organisme: le déroulement mécanique de certains processus de notre organisation, et l'accompagnement de ce déroulement mécanique par nos représentations psychiques. Donc, nous

avons affaire à quelque chose qui se déroule dans l'espace de façon extérieurement mécanique, et de l'autre côté à quelque chose qui, par sa qualité psychique, échappe complètement à la nature de l'espace.

Et si maintenant, comme on peut le faire en pensée, vous portez votre attention exclusivement sur ce qui se passe mécaniquement, physiquement par exemple lors de la récitation d'un poème dans une langue que vous ne comprenez pas, vous êtes vraiment là face à un processus mécanique, un processus physique. A l'instant où vous vous représentez intérieurement ce qui accompagne ce processus mécanique, vous considérez le processus psychique que vous ne pouvez pas mener à une manifestation spatiale. Vous ne pouvez pas placer comme ça, dans l'espace les pensées avec lesquelles l'homme qui récite accompagne sa récitation, comme vous placez les processus mécaniques du déroulement de la parole, du déroulement des mots.

J'attire maintenant votre attention sur une analogie. Lorsque nous examinons l'échauffement que nous conférons à un corps jusqu'à ce qu'il atteigne son point de fusion, la température s'élève de plus en plus. Nous pouvons suivre cela à l'aide du thermomètre, puis nous voyons que le thermomètre se stabilise jusqu'à ce que le corps ait fondu. Il est à priori impossible de suivre à l'aide du thermomètre ce qu'il advient de l'essence calorifique pendant que le corps fond. Il y a ainsi une analogie entre ce que nous pouvons suivre de l'extérieur au moyen du thermomètre, les processus physiques extérieurs, et

ce que nous pouvons suivre physiquement dans l'enchaînement des paroles, et il y a une autre analogie entre ce qui nous échappe, ce que vit le récitant en tant que représentations, et ce qu'il advient de cette essence calorique pendant que la fusion s'accomplit. Vous voyez que nous avons ici un exemple où de prime abord au moins de façon analogique, nous pouvons ramener une observation extérieure à quelque chose qui se rapporte à l'être humain. Il n'y a pas d'exemples, dans d'autres domaines de l'activité humaine, qui soient aussi accessibles pour établir de telles passerelles que dans celui de la parole, parce que là, pour l'homme, même si c'est presque à une distance infinie, nous avons la possibilité, d'un côté, de ne débiter que mécaniquement ce qui a été appris par cœur, et d'un autre côté, de ne rien débiter, de ne faire que penser intérieurement sans parler, ce qui, de ce fait échappe à l'espace. Nous n'avons pas, dans d'autres sphères, cette activité humaine, nous n'avons pas ailleurs cette possibilité de voir directement comment un élément passe ainsi dans l'autre. Ce qui fait principalement qu'il ne nous est pas facile de suivre l'essence calorique, c'est que nous devons entreprendre des recherches physiologiques-psychologiques sur la façon dont l'essence calorique se comporte lorsque nous l'avons elle-même incorporée à nous-mêmes.

Pour bien me faire comprendre, je vous ai dit hier la chose suivante: J'entre dans une pièce confortablement chauffée. Je m'assieds et j'écris quelque chose. Je ne peux pas facilement trouver le lien

entre ce que j'éprouve là, ce que je ressens en entrant dans cette pièce chaude, et ce qui se passe intérieurement en moi lorsque je mets mes pensées par écrit. Je ne peux pas faire la constatation d'un lien aussi facilement que pour le déroulement de paroles et la pensée intérieure. C'est pourquoi il sera naturellement difficile de découvrir par l'expérience intérieure quelque chose qui, dans la pure expérience intérieure correspondrait au ressentir de la chaleur extérieure. C'est pourquoi il s'agit pour nous de nous approcher petit à petit de représentations qui pourront nous faire progresser dans cette voie. Et là, je voudrais tout d'abord vous rendre attentifs à quelque chose que vous savez de par l'anthroposophie.

Vous savez que lorsque nous essayons de prolonger nos pensées par la méditation<sup>17</sup>, d'accroître leur intensité intérieure, lorsque donc nous travaillons notre penser de sorte que toujours à nouveau nous atteignons cet état où nous savons que nous exerçons intérieurement une activité psychique sans mettre le corps à contribution, ceci ne se produit jamais sans que notre vie intérieure toute entière soit transformée. On ne peut pas parvenir dans une zone supérieure de l'âme humaine au moyen des pensées abstraites habituelles. Les pensées prennent là un caractère imagé, et si l'on veut ensuite les faire partager à d'autres, qui ne sont pas au fait de la pensée imaginative, il faut d'abord les retraduire de l'élément imaginaire dans l'élément abstrait. Vous n'avez qu'à examiner un exposé qui s'efforce d'être aussi factuel que possible comme

par exemple ma *Science de l'occulte*, et qui de ce fait a tant choqué les férus d'abstraction. Il faut essayer là d'introduire les choses d'une manière imagée, de la même façon que j'ai dû le faire à un point extrême pour la présentation de l'ancien Saturne et de l'ancienne Lune. Vous y trouvez un mélange de représentations fortement imagées. Il sera très difficile aux gens d'entrer dans cette approche imagée, mais on ne peut plus, ici, amener les choses sur le mode abstrait. Et la raison profonde en est que quand nous pensons de manière abstraite, quand nous nous agitons dans des représentations étriquées, telles que celles auxquelles les hommes d'aujourd'hui sont le plus habitués, et telles qu'on les utilise volontiers dans les sciences et notamment dans les sciences de la nature, ce sont des représentations qui mettent notre corps à contribution. Nous ne pouvons pas par exemple nous passer de notre corps lorsque nous voulons penser à fond les lois de la physique telles qu'on les rencontre dans les manuels. Nous devons penser de façon telle que nous utilisions notre corps comme instrument. Quand on entre dans la sphère de l'activité imaginative, il faut transformer tout l'ensemble des représentations abstraites, parce que là, justement, on ne peut plus utiliser le corps au service de la vie intérieure de l'âme.

Ainsi, vous pouvez maintenant entrevoir si je puis dire, l'ensemble du domaine de l'activité pensante imaginative. Ce domaine n'a en nous-mêmes rien à voir avec quelque chose qui serait encore lié à la corporéité extérieure. Nous nous élevons dans

une région où, en tant qu'êtres psycho-spirituels, nous éprouvons sans que cela ait affaire avec notre corporéité extérieure. En d'autres termes, cela signifie que, à l'instant même où nous nous élevons dans le monde imaginaire, nous sortons de l'espace. Nous ne sommes alors nous-mêmes plus dans l'espace.

Et voyez-vous, cela a une conséquence très importante. Dans le cours précédent<sup>18</sup>, j'ai été amené à faire une distinction très stricte entre tout ce qui est purement phoronomique et tout ce dans quoi intervient un élément mécanique comme par exemple la masse. Tant que je reste dans le phoronomique, il me suffit de dessiner les choses en pensée sur un tableau ou sur un papier et je mets ainsi en évidence tout ce qui peut être pensé dans le domaine du mouvement, de l'occupation de l'espace etc. Mais je dois alors bien m'en tenir à ce qui se manifeste de façon spatiale et temporelle. Pourquoi en est-il ainsi? Pour une raison bien particulière. Et il vous faut précisément être bien au clair avec cela: Tous les hommes qui vivent ici sur la Terre se trouvent comme vous-mêmes placés dans l'espace et dans le temps. Vous occupez un certain espace et vous comportez comme un corps spatial vis-à-vis des autres corps spatiaux. Donc lorsque vous parlez de l'espace, si vous considérez les choses sans préjugés, vous n'êtes plus en situation de présenter sérieusement les choses selon des représentations kantienne. Car si l'espace était en nous, nous ne pourrions pas nous-mêmes être à l'intérieur de l'espace. Que l'espace est en nous, nous pouvons

seulement le prétendre. Et nous serons guéris de cette représentation, de cette supposition, aussitôt qu'il nous sera clair que ce fait d'être dans l'espace a pour nous une signification très réelle. Si l'espace était en nous, le fait que je sois né à Moscou ou à Vienne n'aurait aucune importance. Or, le lieu où je suis né dans l'espace réel a une signification très réelle. Je suis en tant qu'homme empiriquement terrestre, bel et bien le résultat de faits spatiaux, c'est-à-dire que j'appartiens en tant qu'homme à un contexte de relations qui se tissent dans l'espace.

Il en est de même avec le temps. Vous auriez tous été d'autres hommes si vous étiez nés vingt ans plus tôt. Cela veut dire que votre vie n'a pas le temps « en elle » mais que le temps a en lui votre vie. Donc, en tant qu'hommes empiriques, vous vous trouvez quelque part dans l'espace et dans le temps. Et lorsque nous parlons de l'espace et du temps, ou que nous exprimons nos impulsions volontaires de façon imagée dans la géométrie, comme je l'ai expliqué, cela est motivé par le fait que nous sommes nous-mêmes immergés dans les relations de temps et d'espace, et que nous sommes de ce fait directement apparentés à elles ; nous pouvons donc ainsi parler d'elles à priori, comme nous le faisons en mathématique.

Mais si vous passez maintenant au concept de masse, là, alors, il n'en va pas de même. Là, vous devez vous dire qu'en tant qu'homme, à l'égard de la masse, passez-moi l'expression, les Autrichiens me comprendront, vous pouvez vous en reprendre un morceau, alors que vous ne pouvez pas dire que

vous taillez un morceau d'espace ou un morceau de temps, mais bien que vous vivez par contre à l'intérieur de l'espace général et du temps. Vous leur appartenez. Car effectivement, par le simple fait de boire ou de manger, vous prélevez quelque chose de la masse générale et vous en faites votre propre masse. Cette masse est maintenant en vous. On ne peut absolument pas nier que cette masse, avec toute son activité et toutes ses potentialités est maintenant agissante en vous. C'est quelque chose qui est au dedans de vous. Mais c'est aussi en même temps quelque chose dont nous ne pouvons pas discuter comme on discute de l'espace et du temps. C'est justement par le fait que vous prenez part vous-mêmes à la masse, si je puis dire, avec tout ce que vous possédez en vous-mêmes, que vous la vivez en vous-mêmes, que cette masse ne vous permet pas d'être en vous aussi conscients d'elle que vous l'êtes de l'espace et du temps. Ainsi, là où justement nous possédons du monde quelque chose en propre, nous arrivons dans le domaine qui nous est inconnu. Cela se rapporte au fait que par exemple notre volonté est au plus haut point liée en nous à des processus de masse. Or les processus de masse nous sont justement inconnus. Nous dormons en effet, à leur égard. Et envers un processus de masse en nous, quand notre volonté est en action, nous ne nous comportons pas autrement que n'importe où dans le monde entre l'endormissement et le réveil. De l'une et l'autre chose, nous ne savons rien. Il n'y a, entre ces deux situations de la conscience humaine, à priori aucune différence

Ainsi nous en venons progressivement à nous appuyer sur l'être humain pour l'étude de la physique. Et c'est ce dont la physique a peur: s'appuyer sur l'être humain. Mais il n'y a pas d'autre façon de se faire du monde des représentations réellement objectives, que de devenir, envers ce qui nous est dans le monde à priori non-familier, aussi familiers que nous le sommes avec l'espace et le temps. Sur le temps et l'espace, c'est disons à partir de notre raison que nous discutons. D'où l'exactitude certaine des sciences mathématiques<sup>19</sup> et phoronomiques<sup>19</sup>. Sur ce dont nous ne faisons l'expérience que de l'extérieur au moyen de nos sens, et sur ce qui se rapporte à la masse, nous ne pouvons précisément discuter de nouveau que par le biais de l'expérience. Mais nous commencerions de même à pouvoir discuter de cela si nous pouvions distinguer la relation entre l'activité d'un morceau de masse quelconque en nous et l'activité de la masse extérieure aussi clairement que nous distinguons la relation entre nous et le temps ou l'espace. Cela veut dire que nous devrions être aussi intimement unis au monde en ce qui concerne les représentations physiques que nous le sommes en ce qui concerne les représentations mathématiques ou phoronomiques.

Or voilà bien ce qui est particulier: c'est que quand nous devenons indépendants de notre propre corps, dans lequel résident tous ces phénomènes de la volonté dans lesquels nous dormons, quand nous nous appuyons sur la représentation imaginative, nous pénétrons d'un pas dans le monde. Nous nous approchons ainsi chaque fois un peu plus de ce qui,

sans cela agit en nous de façon non reconnue ; et il n'existe pas d'autre voie, pour entrer dans la connaissance objective des faits que de progresser à l'intérieur de nous-mêmes au moyen du développement de notre propre vie intérieure. Lorsque nous nous éloignons de notre propre matérialité, nous nous approchons de plus en plus de celle qui se trouve à l'extérieur dans le monde.

Certes, les expériences les plus élémentaires dans ce domaine ne sont pas si faciles à faire, car il faut déjà s'appliquer à remarquer des choses sur lesquelles effectivement, on ne porte habituellement pas son regard. Mais je voudrais vous révéler ici quelque chose qui va peut-être déjà vous étonner. Admettez que vous avancez un peu plus dans le domaine de la représentation imaginative, au point d'être vraiment dedans. Quelque chose alors survient en vous qui va sans doute vraiment vous étonner. Il va devenir pour vous maintenant beaucoup plus facile qu'avant de réciter, de façon extérieure, un poème que vous avez appris. Cela ne vous sera pas plus difficile, mais plus facile. Oui, si vous vous observez de façon bien rigoureuse, sans ménager votre amour-propre, alors vous verrez que vous avez beaucoup plus tendance à débiter votre poème sans l'accompagner de pensées, quand vous avez accompli un certain développement occulte, que lorsque vous ne l'aviez pas accompli. Vous ne dédaignez plus aussi fortement qu'avant ce passage à une chose mécanique, lorsque vous avez accompli un développement occulte. Ce sont là des choses que l'on ne met habituellement pas en avant, mais

que l'on pense lorsqu'on répète toujours: les expériences faites au cours du développement occulte sont effectivement à l'opposé des représentations que l'on se fait habituellement de prime abord, avant d'avoir entrepris ce développement.

Et de même, lorsqu'on fait encore un pas de plus, on en vient à pouvoir observer plus facilement ses propres représentations dans la vie ordinaire. C'est pourquoi pour quiconque progresse sur le chemin occulte, survient très facilement le danger de devenir après coup, encore plus matérialiste. Il est certes de règle lorsqu'on suit une formation occulte normale, que l'on en soit protégé par cette formation, mais le danger existe. La tentation de devenir un matérialiste est extraordinairement proche, justement pour celui qui suit un chemin de développement occulte. Et je vous en dirai la raison, à propos d'un cas précis.

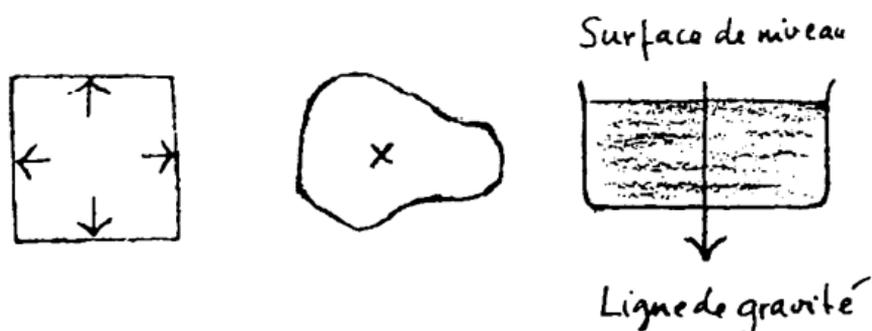
Voyez-vous, dans la vie ordinaire, on rencontre le fait que des théoriciens affirment que le cerveau pense. Or, dans la vie ordinaire, aucun homme n'a jamais perçu cela. Dans la vie ordinaire, il est tout à fait possible de mener un dialogue du genre de celui que j'ai eu dans mon enfance avec un jeune ami qui était d'un matérialisme inouï et le devint de plus en plus<sup>20</sup>. Il disait: quand je pense, c'est mon cerveau qui pense. Et je rétorquais toujours: oui, mais quand tu marches à côté de moi, tu dis pourtant toujours « Je » veux ceci. « Je » pense. Pourquoi ne dis-tu pas « mon cerveau veut ceci. Mon cerveau pense »? Tu mens donc en permanence. La raison en est que celui qui est un théoricien matérialiste n'a naturel-

lement jamais la possibilité d'observer les processus du cerveau. Il ne peut pas observer les processus matériels. Et de ce fait, la totalité du matérialisme reste chez lui une théorie. Dès l'instant où l'on progresse effectivement de la représentation imaginative à la représentation inspirative, on en vient à pouvoir observer réellement des processus parallèles dans le cerveau. Ce qui se trouve dans la matérialité corporelle devient aussi réellement manifeste. Mis à part le fait que cette observation de sa propre activité est extraordinairement laborieuse, cela apparaît encore et toujours admirable. Car cette activité du cerveau se présente d'une façon beaucoup plus merveilleuse que tout ce que les théoriciens matérialistes peuvent dire de tout cela. Donc, vu que l'on accède à l'activité visible du cerveau humain, la tentation se présente de devenir justement matérialiste. Mais comme je l'ai dit, on en est quand même un peu protégé. Or lorsque je vous ai ainsi présenté les étapes du développement occulte, j'en suis en même temps venu à vous montrer comment, par ce développement occulte, on accède également à la capacité de se mouvoir bien plus profondément à l'intérieur des processus matériels. Voilà ce qui est particulier. Celui qui s'élève vers l'esprit de façon abstraite se trouvera passablement impuissant face aux phénomènes de la nature. Celui qui s'élève réellement vers l'esprit en vient par contre à pouvoir discerner avec plus de profondeur au sein de la nature. Il se trouve en symbiose avec les phénomènes de la nature comme il ne l'était auparavant qu'avec l'espace et le temps.

Ce que nous avons ainsi mis en évidence, il nous faut à présent le placer ici d'un côté (voir dessin ci-dessous), et ce qui nous est apparu jusqu'à maintenant dans les phénomènes caloriques, plaçons-le là, de l'autre côté. Que nous est-il apparu dans les phénomènes caloriques? Nous étudions l'accroissement de température lorsque nous chauffons un corps solide jusqu'à la liquéfaction. Nous étudions la façon dont cet accroissement de température cesse pendant un certain temps puis réapparaît de nouveau jusqu'à ce que le corps commence à bouillir, à s'évaporer. Et, si nous poursuivons l'étude, nous pouvons encore observer autre chose. Nous pouvons étudier le fait que pour qu'un gaz ou une vapeur ait une forme, il nous faut l'enfermer de tous les côtés ; nous constatons alors comment ce gaz ou cette vapeur pousse de tous les côtés sur l'entourage, essaie de se disperser de tous côtés ; comment on ne peut alors lui donner une forme qu'en opposant à cette poussée une contre-poussée, qu'on ne peut donc la lui donner que de l'extérieur. Dans l'expérience que nous voulions faire et dans la prochaine que nous voulons faire, tout cela va se voir clairement. Et dès l'instant où, par l'abaissement de la température, nous retrouvons le passage à l'état solide, le corps s'occupe lui-même de se donner sa forme.

Quand nous observons de simples élévations et abaissements de température, nous observons extérieurement une activité de modification de forme, de modelage. Nous observons une auto-édification et une auto-dissolution de la structure. Nous obser-

vons aussi le passage entre les deux, et d'une façon extraordinairement intéressante. Réfléchissez en effet, en examinant l'état qui se trouve au milieu, entre le corps solide et le gaz.



L'eau, le corps liquide, vous n'avez pas besoin de le conserver dans un récipient fermé de toutes parts, il vous suffit d'un récipient fermé sur le dessous et sur les côtés. Au-dessus, il se forme une surface de niveau avec laquelle la direction du poids, la droite reliant chaque particule au centre de la terre, est toujours perpendiculaire. Et ainsi nous pouvons dire que nous avons là un état de transition entre le gaz et le corps solide. Avec le gaz, nous n'avons jamais une telle surface de niveau. Avec l'eau, nous avons toujours une surface de niveau. Et avec les corps solides, c'est tout autour que nous avons ce que nous n'avons que sur le dessus avec l'eau.

Voyez-vous, il s'agit là d'une constellation de faits extrêmement intéressante et significative. Car elle nous montre que le corps solide a effectivement partout quelque chose comme une surface de niveau, qu'il gère lui-même, par sa propre entité. Par quel moyen l'eau gère-t-elle cette surface de niveau? Perpendiculairement à elle se dresse la direc-

tion du poids que donne la Terre. C'est par l'ensemble de la Terre qu'est gérée cette surface de niveau. Et ainsi, nous pouvons dire: quand nous considérons de l'eau, chaque point de cette eau se met en relation avec l'ensemble de la Terre, de la même façon que le fait chaque point d'un corps solide avec quelque chose qui se trouve à l'intérieur de lui-même. C'est pourquoi le corps solide est quelque chose d'isolé et complet, ce que le corps liquide n'est que par son lien à la Terre. Et le gaz, lui, il fait la grève. Cette relation avec la Terre elle ne le concerne pas. Il s'en retire. Il n'a jamais une telle surface de niveau.

Vous voyez donc que nous sommes placés devant la nécessité de revenir à un ancien concept. J'ai attiré votre attention, dans une des séances précédentes sur le fait que dans l'ancienne physique des Grecs, on a encore appelé « terre » les corps solides. On ne l'a alors pas fait à partir de représentations superficielles du genres de celles qu'on relie souvent à ces choses aujourd'hui, mais bien parce que l'on était conscient de cela: Le corps solide gère par lui même ce qui, pour l'eau est géré par la Terre. Il prend lui-même à sa charge le rôle de l'être de la Terre. On est donc bien en droit de dire que l'être de la Terre siège dans un corps solide. Dans l'eau par contre, il ne siège pas complètement à l'intérieur, et la Terre s'arroge elle-même la fonction de former une surface de niveau.

Vous voyez donc que lorsqu'on passe du corps solide au liquide, apparaît la nécessité de ne pas limiter nos considérations à ce qui est seulement

devant nous, et nous ne pouvons pratiquement pas obtenir de renseignements sur l'eau si nous ne concevons pas comme une unité la totalité de l'eau répandue sur la terre et que nous ne rapportons pas cette unité au centre ponctuel de la Terre. Observer physiquement un « morceau d'eau » au même titre qu'un morceau de corps solide, c'est un non-sens, autant un non-sens que de considérer un morceau du petit doigt que je me serais coupé comme un organisme pour lui-même. Il dépérirait aussitôt. Il n'a une signification en tant qu'organisme qu'en relation avec l'ensemble de l'organisme. La signification que le corps solide a par lui-même, l'eau ne l'a pas par elle-même. Elle ne l'a qu'en relation avec l'ensemble de la Terre. Et il en est ainsi pour tout liquide qui se trouve sur la Terre.

Et de nouveau, quand nous passons du liquide au gazeux, nous arrivons au fait que la substance gazeuse se retire du domaine terrestre. Elle ne forme pas de surface de niveau au sens habituel. Elle participe de ce qui n'est pas terrestre. Cela signifie que ce qui agit dans le gaz, nous ne devons pas le rechercher seulement sur la Terre, que nous devons recourir à l'entourage de la Terre, et aller dans les vastes espaces, pour rechercher ces forces. Si nous voulons prendre connaissance des lois des gaz, il n'y a pas d'autre moyen que de prendre une méthode d'observation astronomique. Vous voyez donc comment on doit se placer dans la totalité du contexte terrestre quand on veut étudier ces phénomènes que nous n'avons pour l'instant fait que mettre en scène. Et lorsque nous parvenons à un

point comme le point de fusion ou le point d'ébullition, il intervient des choses que nous devons considérer comme extrêmement remarquables. En effet, quand nous arrivons au point de fusion, nous passons de la qualité terrestre d'un corps solide, dans laquelle il gère par lui-même sa structure et sa situation, à un état globalement terrestre. La Terre entreprend de se saisir du corps solide lorsqu'il passe à l'état liquide. Quittant son domaine propre, le corps solide tombe dans le domaine d'action de l'ensemble de la Terre, quand nous arrivons au point de fusion. Il cesse d'être une individualité. Et quand nous amenons le corps liquide à l'état gazeux, nous parvenons alors au fait que même cette relation à la Terre, qui se manifestait par la formation d'une surface de niveau, va être perdue, et qu'à l'instant où nous passons à l'état de gaz, le corps entre dans le domaine extra-terrestre, se détache en quelque sorte de la Terre. Quand nous nous trouvons en face d'un gaz, nous rencontrons dans les forces qui agissent en lui quelque chose qui s'est déjà retiré de la Terre. Et donc lorsque nous étudions ces phénomènes, nous ne pouvons pas éviter de sortir du domaine physique terrestre habituel pour entrer dans le domaine cosmique. Car nous nous placerions en dehors de la réalité si nous ne faisons pas bien attention à ce qui agit réellement dans les choses.

Mais ce sont maintenant d'autres phénomènes qui viennent à notre rencontre. Prenez un phénomène du genre de celui-ci que vous connaissez bien et sur lequel j'ai déjà attiré votre attention: le fait

que l'eau se comporte d'une manière assez remarquable, en ce sens que la glace flotte sur l'eau, qu'elle est moins dense que l'eau et que lorsque sa température s'élève et qu'elle passe de l'état solide à l'état liquide, elle se rétracte et devient plus dense. C'est pour cela que la glace flotte sur l'eau. Nous avons là, entre 0 et 4 degrés une situation dans laquelle l'eau se démarque de nouveau des phénomènes généraux que nous rencontrons par ailleurs lors des élévations de température, à savoir qu'un corps devient de moins en moins dense en s'échauffant. Cette plage de 4 degrés dans laquelle l'eau devient de plus en plus dense est très instructive. Que voyons-nous avec cette plage? Nous voyons comment l'eau lutte. En tant que glace, elle est un corps solide, avec sa structure interne, une sorte d'individualité. Elle doit maintenant s'abandonner dans le renoncement à l'ensemble du domaine de la Terre. Ce renoncement, elle ne va pas l'accepter comme ça. Elle va se battre contre ce passage dans une sphère tellement différente. On doit prêter beaucoup d'attention à de telles choses. C'est alors que va commencer à prendre un sens l'étude de la façon dont, dans certaines conditions, disons au point de fusion et au point d'ébullition, la chaleur que l'on peut constater au moyen du thermomètre, se retire, disparaît. Elle disparaît de la même façon que disparaît pour nous l'activité corporelle lorsque nous nous élevons à l'imagination. Mais nous reviendrons là-dessus. Il ne devrait pas vous sembler trop paradoxal que nous tentions de suivre ce qui se passe lorsqu'un état calorique nous

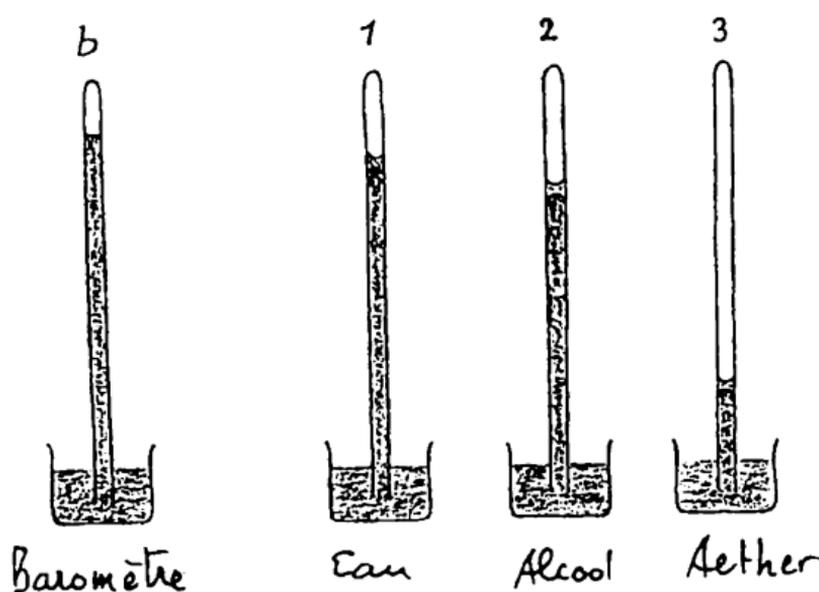
amène à la nécessité d'élever la température à la puissance trois, c'est-à-dire, dans ce cas, à la quatrième dimension, et donc à sortir de l'espace. Nous voulons dans un premier temps placer ces propositions devant nos âmes, et rediscuter de tout cela demain. De la même façon que l'activité de notre corps se transpose dans le domaine spirituel quand nous entrons dans l'activité imaginative, il pourrait aussi bien se trouver un passage entre ce qui est extérieurement visible dans le domaine calorique et les phénomènes qui se trouvent en arrière-plan, que l'on ne peut que montrer du doigt, lorsque la chaleur mesurable au thermomètre disparaît à nos yeux. Nous devons nous demander: Que se passe-t-il derrière le rideau? Qu'est-ce qui nous renseigne sur les processus qui se déroulent derrière ce rideau? Voilà la question que nous voulons nous poser aujourd'hui. Et nous reparlerons demain de tout cela.

## SIXIÈME CONFÉRENCE

Stuttgart, 6 mars 1920

Nous allons tout d'abord aujourd'hui examiner quelques phénomènes qui relèvent de l'interdépendance de la chaleur, de la pression et de la dilatation des corps. Et vous allez voir qu'en considérant tout cela ensemble, l'expérience que nous allons faire de ces phénomènes va nous ouvrir directement la voie de la compréhension de ce qu'est effectivement l'être de la chaleur. Nous allons tout d'abord observer le phénomène qui résulte de ce que contiennent ces trois tubes (voir dessin). Dans le premier tube, à droite (1), nous avons une colonne de mercure comme on en a dans les baromètres, avec au-dessus, un peu d'eau. Lorsque de l'eau est ainsi dans un certain espace, elle s'évapore continuellement. L'eau est dans ce qu'on appelle le vide, et nous pouvons dire que l'eau s'évapore. La petite quantité d'eau qui est là dedans s'évapore en continu. Nous pouvons faire la constatation de cette évaporation par la présence de la vapeur d'eau qui est dans le tube: si vous comparez la hauteur de la colonne de mercure de ce tube (1) avec celle qui est ici (*b*), qui est soumise à la pression normale de l'air, et au-dessus de laquelle ne se trouve pas d'eau évaporée, pas de vapeur d'eau, vous voyez que cette colonne de mercure (1) se place plus bas que celle-ci (*b*). Cette colonne de mercure ne peut se placer plus bas que celle du baromètre que s'il

existe une pression exercée au-dessus, alors qu'ici, en haut, (b), n'existe absolument aucune pression. L'espace est vide, si bien que cette colonne de mercure est seule à se confronter, pour maintenir l'équilibre, à la pression atmosphérique extérieure. Ici (1), elle est poussée vers le bas. Si nous mesurons, nous allons trouver qu'ici (b), à partir de ce niveau, la colonne de mercure est plus haute. La valeur moindre de cette hauteur ici (1) est provoquée par la pression, ce qu'on appelle la force d'élasticité, de l'eau évaporée à l'intérieur, c'est-à-dire que la colonne de mercure est repoussée vers le



bas. Nous voyons donc que la vapeur presse toujours sur les parois, et qu'effectivement une certaine pression s'exerce dans des conditions caloriques données. Nous pouvons le constater en chauffant la partie supérieure de ce tube. Vous allez voir comment à mesure que la température s'élève, la co-

lonne de mercure descend, c'est-à-dire que la pression s'accroît. Nous allons donc voir qu'une vapeur presse d'autant plus sur les parois que sa température est élevée. Vous voyez que la colonne de mercure descend déjà, et que la force de tension, la force pressante grandit avec la température. Le volume que veut occuper maintenant la vapeur a augmenté.

Dans le deuxième tube (2), nous avons de l'alcool au-dessus du mercure. De nouveau, vous voyez là l'alcool liquide dans un certain espace. Il s'évapore évidemment, et de ce fait, cette colonne est aussi moins haute que celle du baromètre à gauche. Et si je mesure, je trouverai aussi qu'elle est également moins haute que ne l'était la colonne de mercure précédente sous l'effet de l'eau évaporée. Il nous faut attendre qu'ici (1) la colonne remonte aussi haut qu'avant d'être chauffée. Et nous trouverons alors que la tension dépend aussi de la substance que nous employons. Cette tension est donc plus grande avec l'alcool qu'avec l'eau. Ici aussi (2), je pourrais également chauffer. Vous allez voir que la tension devient sensiblement plus forte quand nous élevons la température. Et si nous refroidissons la vapeur aussitôt, pour l'avoir à la même température qu'avant, la colonne de mercure remonte ; donc, pour une pression moindre, une force de tension moindre. Vous voyez que la colonne remonte.

Dans le troisième tube (3), nous avons, dans les mêmes conditions, mis de l'éther, qui lui aussi s'évapore. Vous voyez qu'ici la colonne est très

basse. Vous en déduisez que lorsque nous soumettons l'éther à l'évaporation dans les mêmes conditions que de l'eau, il pousse d'une façon sensiblement différente. Donc, la pression qui est exercée par un gaz sur son entourage dépend de la température mais aussi de la substance elle-même. Vous avez pu voir que quand nous chauffons de l'éther, le volume devient sensiblement plus grand, donc que l'éther qui s'évapore pousse sensiblement plus fort que l'eau qui s'évapore. Nous voulons bien retenir ces phénomènes, car c'est justement par une vue d'ensemble de ce qui se manifeste que nous voulons parvenir à notre résultat.

Et maintenant une expérience que je tiens particulièrement à vous présenter est la suivante: Vous savez de par ce que nous avons étudié précédemment et aussi de par la physique élémentaire, que nous pouvons transformer des corps solides en liquides et des liquides en solides en les amenant, par le bas ou par le haut, à ce que l'on appelle leur point de fusion. Or lorsqu'un corps liquide redevient solide, c'est-à-dire qu'on le ramène en dessous de son point de fusion, il nous apparaît avant tout comme un corps solide. Mais ce qui est remarquable et que nous voulons aussi embrasser du regard dans notre vue d'ensemble, c'est que si nous exerçons maintenant sur ce corps solide une pression plus forte que celle à laquelle il se trouvait quand il s'est solidifié, il peut redevenir liquide. Il peut donc redevenir liquide à une température plus basse que celle à laquelle il s'est solidifié. Vous savez qu'à  $0^{\circ}$  l'eau passe à l'état solide, devient glace. La glace

devrait donc être un corps solide à toutes les températures situées en dessous de zéro. Nous allons ici faire une expérience sur ce bloc de glace, par laquelle vous verrez que nous pouvons le rendre liquide sans élever la température. Si nous voulions le rendre liquide dans les conditions habituelles, nous devrions élever la température, mais nous n'allons pas élever la température, mais simplement exercer sur la glace une forte pression. Et cette pression, nous l'exerçons en suspendant un poids<sup>21</sup>. Et la glace va fondre. Vous allez donc voir que la glace va se sectionner ici, parce qu'elle se liquéfie sous la pression exercée par ce fil. Vous pouvez vous attendre à ce que, si ce bloc de glace devient de l'eau en son milieu du fait de la pression, les morceaux de glace de droite et de gauche tomberont. Si nous faisons assez vite, nous pourrions voir l'expérience réussir. (Le sectionnement du bloc de glace se déroule si lentement que ce n'est qu'à la fin de la leçon que sera dit encore là-dessus ce qui suit:) Et si maintenant vous venez ici, vous allez voir que même si vous aviez attendu que le sectionnement ait été réalisé complètement, vous n'auriez pas eu à craindre que deux morceaux de glace s'effondrent. Car la glace se reconstitue aussitôt au-dessus du fil et ce fil la traverse de part en part et sort en dessous pendant que le bloc de glace reste entier. Vous voyez donc que là où la pression s'exerce par le biais de ce fil, du liquide se forme. Mais dès l'instant où la pression n'est plus appliquée, le liquide, au-dessus se resolidifie en glace, la glace se reconstitue. Cette liquéfaction de la glace

par le fil ne se maintient, si la température reste constante, que sous l'effet de la pression correspondante. Il est donc possible de reliquéfier un corps solide en dessous de son point de fusion. Mais il faut alors qu'une pression soit maintenue, pour qu'il reste liquide. Dès que la pression cesse, l'état solide réapparaît. Voilà ce que vous auriez observé si vous aviez pu attendre encore quelques heures.

La troisième chose que nous voulons regarder et qui fournira un appui supplémentaire à notre étude, est la suivante: nous pourrions prendre n'importe quel corps, car en principe, ce que nous voulons observer vaut pour tous les corps qui peuvent intervenir dans un alliage, c'est-à-dire capables de se lier en s'interpénétrant sans donner lieu à une combinaison chimique. Nous avons ici du plomb dans ce petit tube à essai. Le plomb est un corps qui fond à  $327^{\circ}$ , donc qui passe de l'état solide à l'état liquide. Dans un autre tube à essai, nous avons du bismuth, qui fond à  $269^{\circ}$ , et ici, nous avons de l'étain, qui fond à  $232^{\circ}$ . Nous avons donc trois corps qui fondent tous à plus de  $200^{\circ}$ . Et maintenant, en les fondant préalablement, donc en les mettant à l'état liquide, nous allons associer ces trois corps en un alliage de sorte qu'ils iront les uns dans les autres sans devenir un composé chimique. (Les trois métaux sont liquéfiés séparément puis mis ensemble). Vous pourriez maintenant facilement penser que si l'on plongeait dans l'eau bouillante l'un de ces trois métaux dont le point de fusion est au-dessus de  $200^{\circ}$ , il resterait solide vu que l'eau n'a son point de fusion qu'à  $0^{\circ}$  et son point d'ébullition à  $100^{\circ}$ .

Aucun de ces trois métaux ne pourrait donc se mettre à fondre dans l'eau. Nous allons pourtant faire l'expérience de mettre dans de l'eau bouillante, de l'eau à  $100^{\circ}$ , cet alliage, cette association des trois métaux. On peut dès maintenant constater ce qu'il y a là de fondamental. Nous maintenons le thermomètre plongé dans l'alliage des trois métaux et constatons à l'intérieur de ce mélange métallique encore liquide une température de  $175^{\circ}$ . Vous le voyez donc: aucun de ces métaux isolément ne serait encore liquide à cette température, ils seraient tous déjà solides. Or l'alliage des trois est encore liquide. Nous pouvons donc déjà dire que quand nous mélangeons des métaux, il peut se produire que le point de fusion, le point auquel le mélange métallique devient liquide, soit plus bas que le point de fusion de chacun des métaux pris séparément. Vous voyez donc comment des corps s'influencent mutuellement. Et nous allons directement devoir tirer de ce phénomène un point d'appui pour notre vue d'ensemble des phénomènes caloriques.

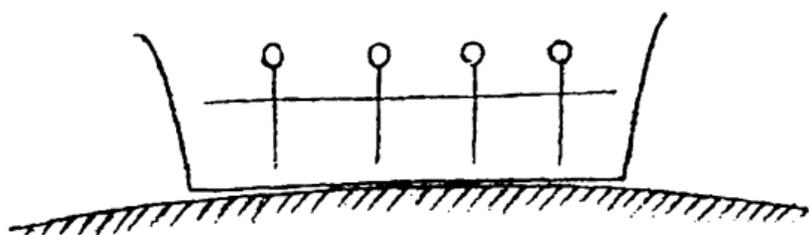
Faisons maintenant glisser notre alliage métallique encore liquide à environ  $100^{\circ}$ , dans l'eau bouillante, qui est donc aussi à  $100^{\circ}$ . Et laissons maintenant l'eau refroidir. Surveillons la température. L'alliage métallique à l'intérieur est encore liquide et va maintenant se solidifier. Cela veut dire que nous descendons vers le point de fusion, et, tandis que l'eau passe en dessous de son point d'ébullition, nous pouvons établir d'après la température de l'eau au moment où l'alliage va se solidifier, la température de son point de fusion. Vous le

voyez donc, le point de fusion du mélange métallique est plus bas que celui de chacun des métaux séparés<sup>22</sup>.

Bien, nous avons ajouté cette expérience aux autres afin de disposer d'une base plus large pour notre tour d'horizon ; nous pouvons encore maintenant greffer quelques considérations sur ce que nous avons regardé hier à propos de la différence entre les états solide, liquide et gazeux ou de vapeur. Vous savez que les corps solides, et notamment un grand nombre de métaux et d'autres corps minéraux ne se présentent pas dans des formes indéterminées, mais bien avec des structures parfaitement définies, sous la forme de ce que l'on appelle des cristaux. Et nous pouvons dire: dans les conditions habituelles où nous vivons sur la Terre, les corps solides apparaissent sous forme cristalline, donc avec des structures parfaitement définies. Cela doit naturellement inviter à réfléchir sur la façon dont se forment de telles structures cristallines, sur la nature des forces qui président à ces structurations cristallines. Et pour nous faire des représentations à ce sujet, il nous faut regarder comment se comportent les corps solides dans leur totalité, tels qu'ils se trouvent sur la surface de la Terre, n'étant pas reliés directement à la masse de la Terre. Vous savez que quand on prend quelque part un corps solide dans la main et qu'on le lâche, il tombe à terre. En physique, on caractérise habituellement cela en disant: la Terre attire les corps solides, elle exerce sur eux une force. Et c'est sous l'influence

de cette force, la pesanteur ou la gravitation, que le corps tombe à terre.

Si nous prenons un quelconque corps liquide et que nous le refroidissons, il se présentera aussi, une fois solidifié, dans une certaine structure cristalline. Et la question est alors soulevée : Quel est le rapport entre cette force, la pesanteur, à laquelle tous les corps solides sont à priori soumis, et les forces qui doivent aussi exister pour agir d'une certaine façon afin que les corps solides se trouvent agencés dans une structure cristalline? Vous pouvez facilement vous le représenter, si nous voulons tout d'abord discuter à son sujet, la pesanteur en tant que telle, à cause de qui les corps tombent à terre, ne peut pas être ce qui aurait affaire en même temps avec le modelage des formes cristallines.



Car toutes les formes cristallines sont soumises à cette pesanteur; quelle que soit la structure d'un corps, il se soumet à cette pesanteur. Si nous manipulons toute une série de corps de sorte que nous leur retirons leur support, nous constatons qu'ils tombent tous vers la terre en lignes droites parallèles.

Nous pouvons représenter cette chute de la façon suivante. Nous pouvons dire: Quelle que soit la forme d'un quelconque corps solide, il tombera toujours vers la terre selon une direction perpendi-

culaire à la surface de celle-ci. Et si par ailleurs, nous traçons des perpendiculaires à toutes ces droites parallèles, nous obtenons une surface parallèle à la surface de la Terre. Nous pouvons ainsi traiter toutes les directions des poids que nous obtenons avec tous les corps que nous voulons, afin de tracer une surface commune, perpendiculaire à ces directions des poids et parallèle à la surface de la terre. Cette surface est tout d'abord un produit de la pensée. Demandons-nous: Où cette surface est-elle réelle? Elle est réelle avec les corps liquides<sup>23</sup>. Si je prends un liquide, et que je le mets dans un récipient, je peux voir comment ce que je trace par ailleurs en tant que perpendiculaire à la direction de la pesanteur, existe bien réellement en tant que niveau de ce liquide.

Mais de quoi s'agit-il, que signifie ceci? Ce que nous avons rassemblé ici est d'une importance considérable. Réfléchissez en effet à la chose suivante. Imaginez que quelqu'un vous dise pour vous expliquer ce qui se passe avec la surface de niveau d'un liquide: Voilà un récipient contenant un liquide qui forme une surface de niveau. Chacune des particules de ce liquide a tendance à tomber en direction de la terre. Et c'est du fait que les forces, à l'intérieur du liquide lui-même, empêchent les particules de tomber vers la terre, que se forme la surface de niveau. Elle est donc bien là. C'est le liquide qui fait qu'elle se forme.

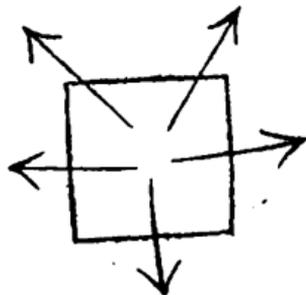
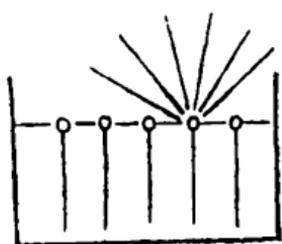
Réfléchissez que si vous prenez la position de départ de corps solides que vous laissez tomber, la nature vous dessine elle-même ce que vous avez

dessiné en vue de cette explication. Et vous devez y ajouter en pensée la surface de niveau. C'est pourquoi j'ai dit précédemment que pour les corps solides, la surface de niveau est pensée dans un premier temps comme la perpendiculaire à la direction du poids. Si vous pensez ces idées jusqu'au bout, vous trouvez cette chose étonnante qu'en fait, pour pénétrer de pensées le liquide, vous placez devant vous une multitude de corps solides. Et ce sont eux qui vous dessinent en quelque sorte ce qui est matériellement présent dans un liquide. Nous pouvons dire que le corps dans son état d'agrégation le plus bas, le corps solide tel qu'il se comporte à la surface de la Terre, nous enseigne comme en image ce qui est effectivement présent avec le liquide, ce qui est matérialisé avec le liquide, qui empêche la concrétisation de cette droite en tant que direction de chute. Cela devient imagé lorsque je considère le corps solide dans l'ensemble de son rapport à la Terre.

Réfléchissez à ce que je peux faire avec cela. Si je me représente les directions de chute et la surface de niveau pour un système de corps solides, telles qu'elles résultent de la chute, je vais obtenir une image de l'action de la pesanteur. Ce serait directement une image de la matière liquide.

Et nous pouvons continuer. Si nous laissons suffisamment longtemps de l'eau dans une bassine à une température quelconque, elle va sécher complètement et c'est pourquoi j'ai dit que les choses sont toutes relatives<sup>24</sup>. D'une façon ou d'une autre, l'eau s'évapore toujours, ce qui veut bien dire qu'il

s'agit toujours d'un état relatif, à propos duquel nous pouvons dire: L'eau forme une surface de niveau, et dans sa forme, il suffit de la retenir sur les autres côtés puisqu'elle forme sur la face supérieure une surface de niveau. Elle s'évapore



continuellement, et d'autant plus rapidement dans le vide. C'est pourquoi on peut dire: Si nous dessinons ici des directions dans lesquelles effectivement l'eau tend continuellement, elles doivent être des directions de force de l'eau qui doivent aussi être considérées comme l'orientation effective des chemins par lesquels l'eau s'évapore. Si donc je dessine ces droites selon lesquelles l'eau se dirige, je n'obtiens rien d'autre que l'image d'un gaz se trouvant enclos dans un espace fermé de tous côtés et tendant réellement dans toutes les directions, se diffusant dans toutes les directions. A la surface de l'eau règne une tendance qui, si je la dessine pour l'explicitier, représente une image de ce qui se passe réellement lorsque je laisse un gaz libre et qu'il se propage dans toutes les directions. Et je peux ainsi dire à nouveau: La force que je remarque en observant les liquides est pour moi une image de ce qui, pour les gaz, devient une réalité matérielle.

Il y a un fait curieux: si nous observons vraiment les liquides d'une certaine façon, nous percevons en eux les images de l'état gazeux. Si nous observons vraiment les corps solides, nous y percevons les images de l'état liquide. A chaque fois, il apparaît dans l'état inférieur les images de l'état supérieur. Extrapolons cela vers le haut. Nous pouvons dire: dans les corps solides, nous découvrons les images du liquide. Dans les corps liquides, nous découvrons les images du gazeux. Dans les corps gazeux, nous découvrons les images de la chaleur. C'est là ce que nous aurons à élaborer plus précisément demain, en particulier. Mais je veux encore dire ceci: Nous avons essayé aujourd'hui de trouver le passage idéal des gaz à la chaleur. Demain, ce sera encore un peu plus clair. Et si nous poursuivons ce fil de pensée nous trouvons :

dans le solide, les images du liquide

dans le liquide, les images du gazeux

dans le gazeux, les images de la chaleur,

nous aurons alors vraiment fait un pas important. Nous avons acquis la possibilité d'avoir dans le champ d'observation humain, grâce aux images qui vont nous apparaître dans l'état gazeux, des manifestations de la chaleur, du véritable être de la chaleur. Par le fait que nous rechercherons ses images d'une façon juste dans l'état gazeux, nous accéderons à la possibilité de clarifier ce dont jusqu'à présent nous avons toujours dû dire que c'était quelque chose d'à priori inconnu. Il nous faut rechercher les images de l'être de la chaleur dans les

corps à l'état gazeux. Certes, il nous faut le faire de façon juste. Si l'on décrit simplement l'aspect des phénomènes que nous avons déjà observés comme la physique d'aujourd'hui a l'habitude de le faire, si on parle des gaz comme elle le fait, on n'arrive à rien. Mais si l'on examine de façon juste ce qui s'est manifesté pour les corps sous l'effet de la pression et de la température, nous allons alors voir que nous nous trouverons bel et bien devant le résultat que le gazeux nous enseigne ce qu'est effectivement l'essence calorique.

Or, l'être de la chaleur poursuit son action au sein des états liquides et solides, lorsqu'on refroidit. Et nous serons placés devant la nécessité d'y poursuivre alors l'étude de ce qu'est l'être de la chaleur, mais c'est avec l'état gazeux que nous pourrons voir cela de la façon la plus évidente. Dans les états liquides et solides, nous pourrons nous demander si l'être de la chaleur subit lui-même une modification particulière afin, qu'à travers cette modification, nous atteignons l'être véritable de la chaleur en tant que tel, tel qu'il se manifeste dans le gazeux, quand il nous y montre les images de lui-même, aussi bien que dans le liquide et dans le solide.

## SEPTIÈME CONFÉRENCE

Stuttgart, 7 mars 1920

Vous vous rappelez comment hier, nous avons ce bloc de glace dont nous aurions pu attendre qu'en le sectionnant avec un fil lesté à gauche et à droite par un poids, le bloc s'effondrerait en deux moitiés. Or, bien que nous n'ayons pu montrer l'expérience qu'à son début, vous avez pu vous convaincre que ce n'était pas du tout le cas, et que, après qu'une liquéfaction soit intervenue du fait de la pression dans la direction de la trajectoire du fil, le bloc de glace s'est aussitôt reconstitué au-dessus. Cela veut dire que ce n'est qu'à cause de la pression que la liquéfaction s'est produite, et que du fait que la glace est restée glace – je veille à m'exprimer de façon très exacte – l'être de la chaleur a aussitôt fait en sorte que le bloc se reconstitue.

Dans un premier temps, cela vous étonne terriblement, n'est ce pas? Mais vous n'êtes étonnés que parce que vous ne le considérez pas de la façon qu'il faudrait, appropriée à l'étude réellement objective des phénomènes physiques. Dans une autre situation, vous faites continuellement cette expérience. Vous n'êtes pourtant pas du tout étonnés lorsque vous prenez votre crayon, que vous le déplacez dans l'air que vous sectionnez continuellement, et qu'il se referme aussitôt après. Vous n'avez pourtant rien fait d'autre avec cette expérience que ce que nous avons fait hier avec le bloc

de glace, à part le fait que c'est dans une sphère un peu différente, dans un domaine un peu différent. Or, de cette expérience aussi, nous pouvons apprendre relativement beaucoup, car nous voyons par là que lorsque nous déplaçons tout simplement notre crayon dans l'air, du fait des propriétés particulières de la matérialité de l'air lui-même, la coupure que nous avons provoquée se referme ; nous ne voulons pas examiner maintenant de quelle façon. Pour la glace, au vu des faits eux-mêmes, nous ne pouvons pas penser autre chose que, dans ce cas, l'être de la chaleur accomplit la même chose que ce que fait l'air par lui-même. Vous avez là un autre exemple de ce que je vous ai dit hier. Si vous vous représentez l'air, et que vous le pensez divisé par une coupure qui se referme sans cesse, la matière de l'air accomplit tout ce que vous aviez constaté avec la chaleur. Si vous prenez un corps solide, de la glace par exemple<sup>25</sup>, la chaleur y agit comme ici l'air matériel lui-même. Cela veut dire qu'il apparaît ici pour vous, une image exacte de ce qui se passe dans la chaleur ; et vous avez de nouveau la confirmation que lorsque nous étudions l'état gazeux, l'état de vapeur, car l'air est effectivement à l'état de vapeur, à l'état gazeux, nous avons dans le comportement matériel du gaz lui-même, quelque chose qui donne une image de ce qui se passe dans l'être de la chaleur.

Si alors nous observons sur un corps solide les phénomènes caloriques, nous n'avons au fond rien d'autre que d'un côté, ce qui relève du corps solide, et de l'autre, ce qui se passe dans le domaine de

l'essence calorique. Nous voyons se dérouler clairement sous nos yeux en tant que phénomène au sein du domaine de la chaleur, ce que nous voyons par ailleurs se dérouler au sein du gaz. Par là, nous pouvons de nouveau conclure – ce n'est d'ailleurs pas vraiment conclure puisque nous ne faisons que ramener ce qui se voit – nous pouvons donc dire de nouveau: Si nous voulons approcher de l'être vrai de la chaleur, il nous faut essayer de pénétrer aussi bien que possible à l'intérieur du domaine des corps gazeux. Et dans ce qui se passe au sein du domaine des corps gazeux, nous rencontrerons tout simplement des reflets de ce qui se présente au sein de l'essence calorique. C'est ainsi que la nature, en nous montrant certains phénomènes des corps gazeux, évoque quasi magiquement devant nos yeux des images des processus de l'être de la chaleur. Voyez-vous, ce qui nous guide là se trouve certes bien éloigné du mode d'étude d'aujourd'hui, tel qu'il est en usage dans le domaine des sciences de la nature en général, et pas exclusivement celui de la physique. Mais à quoi conduit en fin de compte un tel mode d'étude? J'ai ici un ouvrage d'Eduard von Hartmann<sup>26</sup> dans lequel il étudie selon son propre point de vue un domaine spécialisé qui est justement celui de la physique moderne. C'est un homme qui, tout à fait dans l'esprit du temps, s'est constitué un horizon très vaste au point qu'en tant, disons, que philosophe, il s'est mis en situation de dire quelque chose sur la physique. Et il est intéressant d'entendre comment, vraiment à partir de l'esprit du temps, un tel homme parle de la physique. Il com-

mence ainsi directement au premier chapitre: « La physique est l'étude<sup>27</sup> des pérégrinations et transformations de l'énergie et de sa décomposition en facteurs et sommateurs. » Mais naturellement, après avoir dit cela, il doit aussitôt ajouter: « La validité de cette définition est indépendante du fait que l'énergie s'appréhende comme une chose ultime autonome, ne pouvant être décomposée par nous qu'idéellement, ou bien qu'on la considère comme étant réellement le produit de facteurs venus d'ailleurs, mais indépendamment aussi du fait que l'on se réfère à tel ou tel point de vue quant à la constitution de la matière. Elle présuppose seulement que toute perception et toute sensation reposent sur l'énergie, que l'énergie peut changer de lieu et de forme et que par définition, elle est destructible. »

Qu'est ce que cela veut dire? Cela veut dire ceci: On fait la tentative de donner une définition de ce que l'on a physiquement sous les yeux d'une façon telle que l'on n'ait pas besoin d'en pénétrer l'essence. On bâtit une définition dont la nature rend inutile d'entrer dans l'être, car on en exclut l'être. On construit un concept de l'énergie et l'on dit: tout ce qui nous apparaît extérieurement physiquement, ce ne sont que des transformations de cette essence énergétique. Cela veut dire que l'on évacue de ses concepts toute essentialité et que l'on se croit plus en sécurité quand on ne saisit plus rien afin de pouvoir au moins donner des définitions sûres. Or, cela s'est installé d'une façon terrifiante dans nos représentations en physique. Et cela s'est

tellement installé que l'on peut à peine trouver aujourd'hui le moyen de faire les expériences qui peuvent nous révéler ce qui est réellement. Déjà tout le matériel expérimental tel que nous avons pu le mettre en œuvre pour nos recherches en physique, se trouve prédisposé et « dressé » en quelque sorte aux conceptions et théories de la physique moderne. Il n'est pas facile de se servir de ce que nous avons aujourd'hui sous la main dans le but de pénétrer par l'étude physique dans l'essence des choses. Le salut ne peut se trouver que dans le fait que se présentent un certain nombre d'hommes qui prendraient connaissance des exigences méthodiques indispensables pour entrer réellement dans l'essence des phénomènes physiques. Et il faudrait qu'en plus des hommes, des installations de recherche, des dispositifs expérimentaux soient réalisés de façon telle qu'on puisse progressivement pénétrer dans ce qui est l'essence. En effet, ce n'est pas seulement d'un retournement de notre conception du monde en ce qui concerne les concepts dont nous avons besoin aujourd'hui. A notre point de vue, nous avons absolument besoin de disposer d'instituts de recherche<sup>28</sup>. Nous ne pourrions pas atteindre les gens à partir des points de vue anthroposophiques aussi vite qu'il le faudrait, si nous ne tirons pas les modes de pensée habituels des ornières où ils se sont enfoncés pour les orienter dans une autre direction. Et pour cela, il nous faut tout simplement démontrer aux gens par nos recherches, que ce que nous disons des choses est tout à fait juste, de la même façon que le physicien d'aujourd'hui est en mesure

de démontrer, ou plutôt de sembler démontrer, aux hommes que ce qu'il leur dit est correct, grâce à tout ce que les entreprises industrielles installent pour lui. Mais pour cela, bien sûr, il est réellement nécessaire que nous rentrions d'abord dans la véritable activité de pensée appropriée à la physique. Et c'est de ce juste mode de pensée de la physique que relève précisément tout ce qui doit nous acheminer dans la direction des représentations que ces jours-ci, et en particulier hier, je vous ai indiquée.

N'est-ce pas, le physicien d'aujourd'hui ne fait que regarder simplement ce qui se produit, et en regardant ce qui se produit, il a tendance à se détourner de ce qu'il perçoit pour ne regarder qu'en direction de ce qu'il peut calculer. Il fait donc lui aussi cette expérience que nous voulons placer devant nos âmes aussitôt que possible, aussitôt que possible pour la bonne raison que lui aussi, il veut parachever sa formation pendant que se déroule cette leçon. Nous plaçons ici une roue à aubes qui tourne dans un liquide, de telle sorte que quand nous la mettons en rotation, un travail mécanique s'accomplit grâce à ce mécanisme de transmission. Nous le faisons produire par la machine. Mais, du fait que ce travail mécanique est engendré dans l'eau dans laquelle est plongée la roue à aubes, nous allons provoquer un échauffement sensible de cette eau, et nous avons donc ici devant nous l'expérience la plus simple, la plus élémentaire, grâce à laquelle on transforme, comme on dit, le travail mécanique en chaleur, ou comme on dit aussi, en énergie thermique. Nous avons actuellement

une température de  $16^{\circ}$  et dans un petit moment, nous la regarderons à nouveau.

Mais revenons encore une fois un peu sur ce dont nous avons déjà parlé. Nous avons essayé de saisir en quelque sorte le destin physique de la corporéité en faisant passer cette corporéité à travers les points de fusion et d'ébullition, ce par quoi le corps solide est devenu liquide et le liquide, gazeux. Je veux maintenant m'exprimer en termes simplifiés. Nous avons vu que l'essentiel pour un corps solide est d'avoir une structure. Il s'émancipe en quelque sorte de ce qui, dans un liquide, donne la forme ou tout au moins la donne relativement, lorsque le liquide n'est pas soumis, au cours du temps, à l'évaporation. Le corps solide a lui, quoi qu'il en soit, sa forme solide en lui; le liquide, lui, doit être enfermé dans un récipient, et reste soumis, pour sa surface de niveau, qui chez le corps solide se manifeste sur toute la superficie, aux forces de la Terre dans son ensemble. Tout cela, nous l'avons déjà placé devant nos consciences. Et nous ne pouvons donc pas dire autrement que: Si nous voulons étudier vraiment à la base l'ensemble de tous les liquides de la Terre, si nous voulons réellement les étudier en physique, il nous faut les considérer avec la Terre comme une corporéité unique. Le solide lui, s'émancipe de ce lien à la Terre, il s'individualise, il acquiert sa forme propre. Et si nous restons dans un premier temps à la formulation usuelle de la physique, dans laquelle on considère que ce qu'on appelle la pesanteur est la cause de la surface de niveau du liquide, il va bien nous falloir, pour nous en tenir à

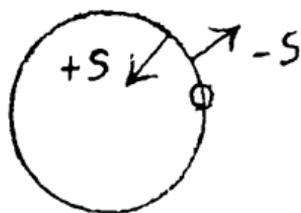
la pure phénoménologie, attribuer d'une façon ou d'une autre au corps solide individualisé, ce qui correspond à l'angle droit de la surface de niveau dans le liquide. Il faut d'une façon ou d'une autre se représenter que ce qui a affaire ici avec la surface de niveau, et que l'on se représente comme étant la pesanteur de la Terre, siège aussi quelque part à l'intérieur du corps solide et provoque les différents niveaux, de sorte qu'ainsi, le corps solide individualise en quelque sorte la pesanteur. Nous voyons donc que le corps solide a absorbé en lui la pesanteur. Mais nous voyons aussi par ailleurs que cet effet de niveaux cesse dès que l'on passe au gaz. Le gaz ne forme pas de niveau. Si nous voulons avoir une forme, pour le gaz, une frontière à son extension spatiale, il nous faut la lui fournir en l'enfermant de tous côtés dans un récipient. Ainsi, quand nous passons du liquide au gaz, nous voyons disparaître cette surface de niveau. Nous observons la tendance à échapper aussi à ce reste terrestre de modelage de forme que représente le niveau et nous voyons que tous les gaz, qui nous sont déjà apparus comme une unité du fait qu'ils révèlent un coefficient de dilatation unitaire, s'émancipent ensemble de la Terre sous la forme d'une unité de matière.

Essayez maintenant de bien saisir cette idée: Vous êtes placés ici en tant qu'hommes, organismes carbonés, sur la terre ferme, et vous êtes l'une des configurations que produisent les substances solides de la Terre. Celles-ci sont soumises en tant que telles à la pesanteur dont il s'avère qu'elle se manifeste partout. De sorte qu'effectivement, quand

vous vous trouvez en tant qu'hommes sur la terre, vous avez autour de vous ces corps solides qui ont dû d'une façon ou d'une autre s'approprier la pesanteur pour se donner leur forme. Or, dans le phénomène de la chute dont ces corps solides sont la cause, comme je vous l'ai dit hier, auquel vous avez dû associer par la pensée l'idée d'un niveau que vous pouvez vous imaginer partout, il y a là quelque chose que vous pouvez vous représenter comme une sorte de continuum, qui s'étend partout et qui est comme un liquide invisible. Ainsi, les corps solides, pour autant qu'ils se déplacent sur la Terre et y provoquent des phénomènes, donnent par la somme de ces phénomènes, l'image d'un liquide. Ils font la même chose que ce que fait en lui un liquide matériel. Et nous pouvons donc dire effectivement: Lorsque nous nous trouvons sur la Terre, nous percevons et nommons pesanteur ce qui, pour l'eau, forme son niveau.

Mais imaginez-vous maintenant que nous soyons en tant qu'hommes capables de vivre sur un corps céleste liquide, que nous soyons organisés afin de pouvoir vivre sur un corps céleste liquide. Il nous faudrait alors pouvoir être au-dessus de la surface de niveau de ce liquide. Et nous serions, dans ce cas, avec le gazeux qui tend dans toutes les directions, dans la même relation que celle où nous sommes actuellement avec le liquide. Cela veut dire rien de moins que nous ne pourrions percevoir aucune pesanteur. Cela n'aurait plus de sens de parler de la pesanteur. La pesanteur, seuls la perçoivent les êtres et seuls y sont soumis les corps qui se

trouvent sur une planète solide. Des êtres qui pourraient vivre sur une planète liquide n'auraient aucune idée de la pesanteur. On ne pourrait pas en parler. Et maintenant des êtres qui vivent sur un corps céleste qui serait gazeux, considéreraient ce qui est le contraire de la pesanteur, la tendance à fuir le centre dans toutes les directions, comme la chose normale. Si je puis m'exprimer de façon paradoxale: pour des êtres qui habiteraient une planète gazeuse, au lieu de tomber sur leur planète, ils en seraient continuellement éjectés. Ainsi, si nous trouvons maintenant le pont au moyen d'une pensée de physique réelle, et non pas seulement mathématique qui reste en dehors de la réalité, mais bien si réellement nous pensons comme il convient en physique, nous devons nous dire: En nous trouvant sur une planète solide, nous commençons par rencontrer la pesanteur. Et quand nous évoluons d'une planète solide à une planète gazeuse, nous passons à travers une sorte d'état zéro pour atteindre ensuite l'état opposé, la manifestation d'une force spatiale qui ne peut être saisie que comme négative, par rapport à la pesanteur.



Vous voyez donc que quand nous cheminons à travers la matérialité, nous passons effectivement par un point zéro dans l'essence spatiale, une sphère zéro, si bien que nous ne pouvons parler, avec la pesanteur, que de quelque chose de très relatif. Bien, mais ne voyons-nous pas quand on apporte de la chaleur à un gaz, comme nous en avons fait l'expérience, et qu'alors son pouvoir de dispersion en est systématiquement intensifié, ne voyons-nous pas déjà l'image que je vous ai dessinée? (voir dessin page 141) Ce qui agit là dans le gaz ne réside-t-il pas déjà au-delà de la sphère zéro, dans laquelle la pesanteur s'échappe? Ne pouvons-nous pas penser, tout en restant dans les phénomènes, que quand nous trouvons le passage d'une planète solide à une planète gazeuse, nous devons traverser un point zéro? En deçà règne la force de pesanteur; au-delà, cette force de pesanteur se transforme, pour la pensée du vrai physicien, en son contraire, en une force de pesanteur négative. Or, nous pouvons trouver cette force, il n'est pas nécessaire de la penser. L'être de la chaleur fait la même chose que ce que fait la force de pesanteur négative. Certes, nous ne sommes pas encore arrivés au but, mais nous avons quand même atteint la capacité de relativement saisir l'être de la chaleur en disant: L'être de la chaleur se manifeste directement comme la négation de la pesanteur, comme la pesanteur négative. Donc, lorsque dans des formules de physique contenant la force de pesanteur, une mesure de force de pesanteur est introduite négativement, pour une pensée conforme au réel, cette

formule ne doit plus représenter des lignes de force de pesanteur ou des mesures de force de pesanteur, mais bien des lignes de force de chaleur et des mesures de force de chaleur. Et vous voyez que de cette manière, on peut enfin vivifier la mathématique. On peut tout simplement prendre des formules qui proviennent de quelque chose que nous étudions de façon purement mécanique, comme un système de forces de pesanteur. Introduisons dans ces formules les mesures avec des valeurs négatives, et nous sommes alors obligés de considérer ce qui était auparavant force de pesanteur, comme de la chaleur. Vous voyez ainsi que nous parvenons à des résultats réels du simple fait que nous saisissons les phénomènes dans leur dimension concrète. Nous voyons comment, quand nous passons des corps solides aux liquides, la forme se dissout sous l'effet de la liquéfaction. La forme se perd. Si je dissous un cristal ou que je le fais fondre, il perd la forme qu'il avait auparavant. Il adopte alors la forme qui lui est attribuée d'emblée sous l'influence de la Terre du fait qu'il se transfère dans le grand tout en tant que liquide. Le corps liquide reçoit de la Terre une surface de niveau et doit être contenu dans un récipient.

Mais il s'avère que si la quantité de liquide est suffisamment petite, il se forme une goutte, en forme de boule – nous voulons prendre la chose tout d'abord purement en tant que phénomène, nous pourrions la reprendre plus tard plus concrètement. Les liquides, quand ils sont en petite quantité, ont donc la capacité de s'émanciper aussi de la force de

pesanteur commune, et dans un cas particulier, de s'approprier ce qui fait que par ailleurs certaines formes polyédriques apparaissent avec les cristaux. Mais les liquides ont ici la particularité de se modeler une forme unitaire, la forme sphérique. Et si je regarde bien cette forme sphérique, elle est en quelque sorte le résumé, la synthèse de toutes les formes polyédriques, de toutes les formes des cristaux.

Si je continue maintenant en allant du liquide au gaz, je trouve la tendance à la dispersion, la dissolution de la forme sphérique, mais maintenant, en direction de l'extérieur. Nous arrivons là, certes, à un concept un peu plus difficile: Imaginez-vous que vous vous trouviez en face d'une quelconque forme simple, un tétraèdre, et que vous retourniez ce tétraèdre comme on retourne un gant. A l'évidence, vous remarqueriez en voulant le retourner complètement, que vous devez passer par la forme sphérique et qu'ensuite apparaît un corps négatif, pour lequel tous les rapports sont négatifs, et qui est en quelque sorte tel que si vous aviez là le tétraèdre, rempli d'une façon ou d'une autre, vous devriez vous représenter le corps négatif de telle sorte que tout l'espace autour soit plein. L'espace tout autour serait gazeux. Et représentez-vous dans cet espace plein un trou évidé en forme de tétraèdre, il y aurait là un creux. Il vous faudrait, pour appréhender la chose de façon réelle, introduire des valeurs négatives pour toutes les grandeurs qui se rapportent à ce tétraèdre. Vous avez là le tétraèdre négatif, le tétraèdre évidé, par opposition au tétraèdre dans lequel se trouve de la matière. Mais l'état de transi-

tion à travers lequel le tétraèdre positif se transforme en un tétraèdre négatif, c'est la sphère<sup>29</sup>.



Chaque corps polyédrique se transforme en son négatif en passant par la boule comme par une sorte de point zéro, une sphère zéro.

Suivez maintenant cela concrètement pour les corps. Vous avez les corps solides avec leurs formes; ils passent par la forme liquide, c'est-à-dire la forme sphérique et deviennent des gaz. Si nous voulons considérer les gaz de façon juste, il nous faut les considérer comme des formes, mais des formes négatives. Nous passons à des formes que nous ne pouvons saisir que si, à travers la sphère zéro, nous rentrons dans le domaine négatif. C'est-à-dire que quand nous nous tournons vers les processus gazeux qui nous donnent une image des processus de chaleur, nous n'allons pas du tout vers une absence de forme, mais vers une forme qui est seulement plus difficile à saisir que les formes de notre entourage qui sont des formes positives, qui ne sont pas des formes négatives. Oui, mais en même temps, nous voyons par là que chaque corps en lequel c'est principalement l'état liquide qui se manifeste, se trouve dans un état intermédiaire. Il

est dans l'état intermédiaire entre ce qui est formé (structuré) et ce que nous disons privé de forme, c'est-à-dire formé (structuré) en négatif.

Avons-nous quelque part un exemple d'une chose dont nous pouvons suivre le déroulement, se trouvant dans notre environnement immédiat, que nous observons mais à laquelle nous ne participons pas vraiment? Lorsque nous nous trouvons à côté d'un corps solide qui se liquéfie ou d'un liquide qui s'évapore, nous restons bien dans le même état d'engagement que celui où nous étions précédemment. Mais nous est-il possible de participer vraiment à une telle chose? Oui, nous pouvons y participer, et nous y participons continuellement. Nous y participons du fait que nous sommes des hommes terrestres, et que la Terre, dans l'entourage où nous vivons, est bien un corps solide de base. Des corps se trouvent posés dessus, qui sont à l'origine des différents phénomènes qui apparaissent autour de nous et que nous observons. Mais en outre, le liquide est inséré dans le terrestre et lui appartient, de même que le gazeux. Et il y a effectivement une grande différence entre ce que je voudrais nommer, afin que nous ayons une expression pour cela – nous examinerons ces choses de plus près – ce que je voudrais nommer, disais-je, « nuit calorique » et « jour calorique ». Qu'est-ce que la nuit calorique? La nuit calorique est, par rapport à la nuit lumineuse ce qui se produit justement avec notre Terre sous l'influence de l'être de la chaleur du cosmos. Que peut-il bien se produire là? Nous étudierons prochainement les phénomènes sur la Terre afin de

voir réellement quelque chose qu'il est par ailleurs très facile d'appréhender par la pensée: sous l'influence de la nuit calorique, toute la Terre – et nous pouvons dans un premier temps nous limiter en disant l'atmosphère terrestre – aspire à la forme structurée. Au cours de la nuit calorique, c'est-à-dire pendant le temps où notre Terre n'est pas exposée à l'action du Soleil, pendant que la Terre est abandonnée à elle-même, et qu'elle peut s'émanciper de l'action du Soleil cosmique, elle aspire à une forme structurée solide, comme la goutte aspire à une forme structurée solide lorsque qu'elle peut se soustraire à la pesanteur environnante. Donc, lorsque nous considérons la nuit calorique au lieu de la nuit lumineuse, nous trouvons la tendance continuelle de la Terre vers la forme structurée. Or ce n'est pas tout à fait juste si je dis: la terre tend vers la forme de la goutte. Elle tend vers beaucoup plus, au cours de la nuit calorique: vers la forme structurée, vers la cristallisation. Et ce que nous éprouvons la nuit, c'est une émergence continuelle de lignes de forces qui tendent vers la cristallisation alors que de jour, sous l'influence du Soleil, une dissolution continuelle de cette tendance à la cristallisation se présente, une volonté permanente de surmonter la forme structurée.

Et si nous parlons d'aurore et de crépuscule caloriques, il convient effectivement de parler du fait que lors de l'aurore calorique, après que la Terre ait cherché à se cristalliser au cours de la nuit calorique, ce processus de cristallisation se redissout de sorte que la Terre passe, à l'aurore calorique, par la

forme sphérique quant à son atmosphère; puis elle cherche à se disperser. Ensuite, après le jour calorique revient le crépuscule calorique. La Terre cherche à nouveau à former une sphère, puis à se cristalliser pendant la nuit de sorte qu'il nous faut la comprendre comme engagée dans un processus cosmique qui consiste pour elle à chercher à se contracter pendant la nuit calorique au point que, si la chose se poursuivait et que le Soleil pouvait être amené à disparaître, la Terre pourrait devenir un cristal. Ce qui l'en empêche, c'est qu'elle est, à travers l'aurore calorique, ramenée à la forme sphérique puis qu'apparaît ensuite son aspiration à se disperser dans l'espace cosmique jusqu'à ce qu'à nouveau reviennent agir dans l'autre sens les forces du crépuscule calorique. Avec notre Terre, nous n'avons donc pas affaire à quelque chose de fermement délimité dans l'espace cosmique, mais à quelque chose qui oscille constamment dans le cosmos, une oscillation entre jour calorique et nuit calorique.

Voyez-vous, c'est sur des choses de ce genre qu'il nous faudra orienter notre institut de recherche. En plus de nos thermomètres et de nos hygromètres habituels, il nous faudra inventer des instruments au moyen desquels nous pourrions montrer que certains processus qui s'accomplissent dans le domaine terrestre, notamment au sein du terrestre liquide et gazeux, se passent différemment la nuit que le jour.

Vous voyez donc qu'ici, une méthode d'observation physique objective nous conduit réellement à saisir et à mettre en évidence au moyen

d'instruments de mesure appropriés, les différences subtiles qui existent pour tous les phénomènes qui se produisent, notamment au sein du liquide et du gazeux, selon que c'est le jour ou la nuit. Il nous faudra dans l'avenir faire certaine expérience de jour puis la répéter de nuit à l'heure correspondante ; et nous devons avoir des instruments de mesures subtils qui pourront nous montrer que les phénomènes sont différents de jour ou de nuit. Car de jour, ces forces qui poussent la Terre à la cristallisation et qui sont justement présentes de nuit, n'interfèrent pas avec ce que nous observons. La nuit interviennent des forces provenant du cosmos. Et ces forces cosmiques qui cherchent à cristalliser la terre, doivent se montrer dans ce que nous observons. C'est là que s'ouvre à nous le chemin d'expérimentation qui nous permettra de constater à nouveau le lien de la Terre avec le grand univers.

Voyez-vous, ces instituts de recherche qu'il nous faudra à l'avenir mettre en place dans le sens de notre conception du monde d'orientation anthroposophique, ils auront des tâches importantes. Ils devront réellement prendre en compte des choses qu'on ne prend en compte aujourd'hui que dans des cas très rares, pour certains phénomènes. Naturellement, c'est le cas aujourd'hui pour les phénomènes lumineux, au moins pour certains phénomènes pour lesquels on doit provoquer une nuit artificielle en assombrissant la pièce etc., mais pour d'autres phénomènes qui doivent se produire dans une certaine sphère zéro, on ne le fait pas. Au lieu de cela, on en vient à l'idée que ce que l'on pourrait trouver

comme résultats clairs, pour peu qu'il en existe de réellement clairs, aurait à être transposé dans l'intériorité des corps, et qu'il faudrait discuter de toutes sortes de forces qui interagissent entre atomes et molécules. Tout ceci ne repose que sur le fait que nous croyons qu'il est possible de faire toutes les recherches en plein jour. Alors que nous ne pourrions découvrir des différences, par exemple avec les formes de cristallisation, que si nous réalisions la même expérience d'abord de jour, puis de nuit. Voilà ce à quoi en particulier nous devons être attentifs. Ce n'est que sur cette voie que se bâtira une véritable physique. Car aujourd'hui, au fond, les phénomènes physiques sont juxtaposés de manière chaotique. Nous parlons d'énergie mécanique, ou d'énergie acoustique, par exemple. Mais quand on fait là dessus des recherches en physique, on n'y réfléchit pas à fond de façon juste, du fait que toutes les énergies mécaniques ne peuvent intervenir que là où existent en quelque sorte des corps solides. Or l'énergie acoustique renvoie toujours au fait que nous ne sommes plus dans la sphère des corps solides mais dans la sphère des liquides qui se trouve au milieu, entre l'énergie purement mécanique et l'énergie acoustique.

Or lorsque nous sortons du domaine dans lequel il est le plus facile d'observer l'énergie acoustique, celui des corps gazeux, nous arrivons alors à la chaleur qui est, comme on dit, l'état d'agrégation le plus voisin, qui se trouve au-dessus du gaz comme le corps liquide est au-dessus du solide. Et si l'on voulait résumer cela pour le montrer, on aurait:

---

x

---

calorique

---

acoustique-gazeux

---

liquide

---

mécanique-solide

---

Au sein du solide nous trouverions, comme domaine caractéristique, la mécanique. Au sein du gazeux nous trouverions, comme caractéristique, l'acoustique. Et de même que nous laissons de côté le liquide, nous devrions laisser la chaleur, et trouver au-dessus quelque chose d'autre que je voudrais pour l'instant désigner par  $x$ . Nous aurions donc, au-delà de l'essence calorique, à rechercher encore quelque chose. La chaleur se trouverait entre ce  $x$  et les phénomènes acoustiques qui nous sont habituels et se passent dans l'air, de même que l'essence liquide se trouve entre les corps gazeux et les corps solides. Voyez-vous, nous essayons d'une façon ou d'une autre de comprendre l'être de la chaleur. Et si vous vous dites: Le liquide se trouve entre le gazeux et le solide, et donc l'essence calorique doit se trouver entre le  $x$  et le gazeux —, il nous faut alors chercher d'une façon analogue des ponts vers le  $x$  en traversant l'essence calorique. Vous devez donc trouver quelque chose qui se place bien au-delà de la chaleur, comme par exemple le monde des sons, pour autant qu'il s'exprime dans l'air, se place en deçà.

Et vous entrevoyez avec tout ça cette tentative de bâtir réellement des concepts physiques qui se démarquent de la pure abstraction et cherchent à saisir la vraie physique. De même que la géométrie appréhende réellement les formes spatiales et que jamais des concepts mécaniques ne pourraient appréhender autre chose que le mouvement de corps solides, ainsi les concepts du genre de ceux que nous nous formons maintenant appréhendent effectivement l'essence physique. Ils plongent dans l'essence physique. Et c'est vers de tels concepts que l'on doit tendre. C'est pourquoi j'ai la conviction qu'en essayant réellement d'élargir l'activité expérimentale de la façon qui a été indiquée aujourd'hui, on met en œuvre les mêmes idées universelles que celles qui ont présidé à l'édification de l'école Waldorf<sup>30</sup>. Il s'agit donc de prendre en compte le moment de l'exécution et le déroulement du temps, ce que l'on a eu beaucoup trop tendance à laisser de côté dans nos expériences de physique.

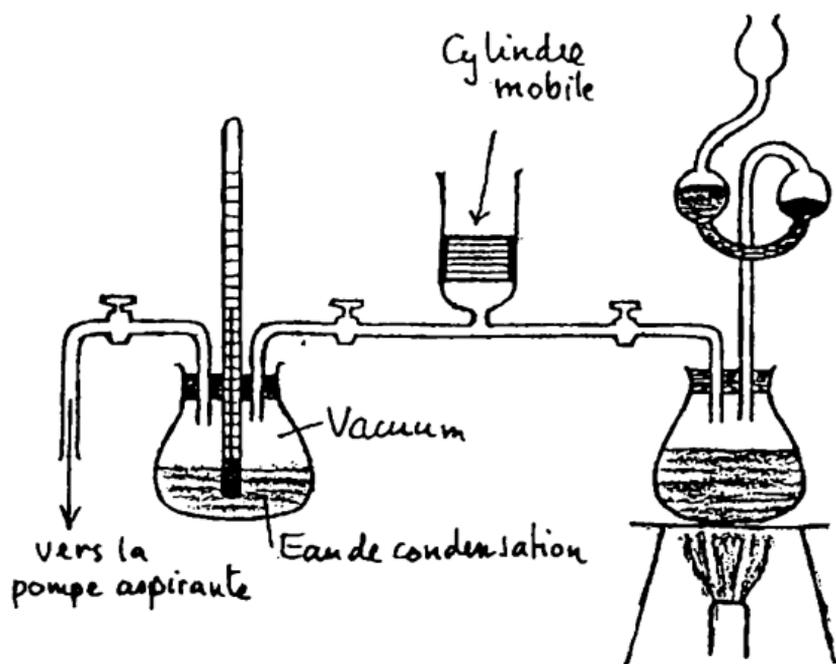
## HUITIÈME CONFÉRENCE

Stuttgart, 8 mars 1920

Nous avons fait hier l'expérience qui doit démontrer, selon les conceptions usuelles, comment le travail mécanique que nous avons produit en mettant en rotation une roue à aubes qui vient frotter sur une masse d'eau et se transforme en chaleur. Nous vous avons démontré que l'eau sur laquelle frottait la roue à aubes devenait plus chaude.

Aujourd'hui, nous voulons faire en quelque sorte l'inverse. Nous avons démontré hier qu'il faut chercher quelque part une explication au fait que de la chaleur puisse apparaître sous l'effet d'un apport de travail, si je veux exprimer les faits d'une façon meilleure que par l'idée d'une simple transformation. Nous allons maintenant étudier un processus inverse. Nous allons tout d'abord produire ici de la vapeur, ou plus exactement engendrer une pression par le biais d'un processus de combustion, produire une tension – donc quelque chose de mécanique à partir de la chaleur – et nous allons, selon le principe d'après lequel sont mues toutes les machines à vapeur, transformer cette chaleur, à travers la pression, en travail mécanique. Du fait que nous faisons agir la pression dans une direction ici, sur la face inférieure, ce piston ici va être poussé vers le haut<sup>31</sup> (voir dessin ci-dessous). Du fait que nous refroidissons la vapeur, la pression est abaissée, le piston recule et nous obtenons le travail mécanique, le

mouvement de montée et de descente. Nous allons observer comment l'eau qui réapparaît quand nous refroidissons ici, l'eau de condensation, s'écoule dans le récipient et ensuite examiner si, après que nous ayons fait se dérouler le processus entier, la chaleur que nous avons produite ici s'est intégralement transformée en travail, le travail de va-et-vient de ce piston, ou si nous en avons perdu un peu quelque part. La chaleur qui se perd, qui ne se transforme pas, devrait apparaître dans l'échauffement de l'eau. Au cas où la totalité de la chaleur serait utilisée pour engendrer du travail mécanique, l'eau de condensation ne pourrait pas révéler la moindre élévation de température.



Si une élévation de température a lieu, c'est-à-dire si nous pouvons constater au moyen de ce

thermomètre que l'eau de condensation s'est échauffée au-delà de la température normale, cet échauffement provient de la chaleur que nous avons mise en œuvre. Donc la totalité de la chaleur n'aurait pas été convertie en travail, nous n'aurions pas été en mesure d'y parvenir, il en serait resté un peu. Nous allons donc constater si la totalité de la chaleur peut se transformer en travail ou s'il en reste un peu qui se révèle dans l'échauffement de l'eau de condensation. L'eau au départ est à  $20^{\circ}$ , nous allons voir si l'eau de condensation est réellement refroidie à  $20^{\circ}$ , et si donc toute la chaleur aura été utilisée pour le travail ; ou si, la température de cette eau de condensation étant plus haute que  $20^{\circ}$ , de la chaleur aura été perdue. Nous condensons maintenant la vapeur, l'eau de condensation tombe goutte à goutte, et de cette façon, naturellement, on peut actionner une machine. Si l'expérience réussit complètement, vous pouvez être sûrs que l'eau de condensation révélera une élévation de température significative. Cela est le chemin par lequel on peut démontrer que, si l'on fait l'expérience inverse de celle d'hier, convertir de la chaleur en travail mécanique, ce qui consiste à actionner ce piston en va-et-vient, il sera impossible de convertir complètement en travail mécanique toute la chaleur que l'on a produite; que si de la chaleur est convertie en travail mécanique, il reste toujours de la chaleur ; et que dans toute chaleur ainsi utilisée pour produire du travail mécanique, nous avons une partie qui subsiste comme un reste, qui n'est pas transformé en travail mécanique. Ici encore, nous voulons tout

d'abord seulement bien retenir le phénomène, et prendre ensuite connaissance des idées que la physique usuelle, et tous ceux qui fondent sur elle leurs conceptions, se font de l'ensemble de la chose.

A priori, avec ces premières données, nous avons affaire au fait que l'on peut très bien transformer, comme on dit, de la chaleur en travail mécanique et du travail mécanique en chaleur. A partir de là s'est constitué le point de vue dont j'ai déjà parlé, que chacune des formes d'énergie, car on pourrait faire l'expérience pour d'autres formes d'énergie encore, peut être transformée en une autre. Nous allons faire abstraction pour l'instant de la mesure dans laquelle se fait cette transformation pour nous en tenir seulement aux faits. Le penseur physicien d'aujourd'hui dira donc: Il est certes impossible que si une énergie apparaît quelque part, si un effet de force apparaît, cela puisse provenir d'autre chose que d'une énergie déjà existante. Si donc j'ai quelque part un système d'énergie refermé sur lui-même, énergie d'une forme donnée dans un premier temps, et que surgissent d'autres énergies, il faut bien alors que ce soient des transformations des énergies déjà présentes dans le système fermé. En aucun cas ne peut apparaître dans un système fermé une énergie qui soit autre chose que le produit d'une transformation. Eduard von Hartmann qui, comme je l'ai déjà indiqué, embrasse dans ses concepts philosophiques les points de vue de la physique moderne, a formulé ce qu'on appelle le premier théorème de la thermodynamique par ces mots: « Le mouvement perpétuel de première espèce est impos-

sible. » Que serait un mouvement perpétuel de première espèce? Un mouvement perpétuel de première espèce serait précisément un dispositif grâce auquel apparaîtrait de l'énergie en tant que telle dans un système fermé. C'est ainsi qu'Eduard von Hartmann résume donc l'ensemble des faits se rapportant à cela en disant: « Le mouvement perpétuel de première espèce est impossible. »

Et venons-en maintenant à la deuxième série de faits qui s'est révélée à nous par l'expérience d'aujourd'hui: Nous pouvons, dans un système d'énergie apparemment fermé sur lui même, transformer une énergie en une autre. Il s'avère à cette occasion que la transformation est cependant soumise à certaines lois qui se rapportent à la qualité des énergies, et notamment au fait que l'énergie calorique ne se laisse pas transformer ainsi complètement en énergie mécanique, mais qu'un résidu subsiste toujours. De sorte qu'il est donc impossible dans un système fermé de transformer comme cela de l'énergie calorique en énergie mécanique, pour que réellement toute la chaleur réapparaisse en tant qu'énergie mécanique. Si l'on pouvait obtenir que toute la chaleur réapparaisse en énergie mécanique, on pourrait alors retransformer l'énergie mécanique en chaleur. Il serait possible, dans un tel système fermé, qu'une qualité d'énergie se transforme en une autre. On aurait ainsi offert la possibilité de toujours les retransformer l'une dans l'autre. Eduard von Hartmann exprime à nouveau cette loi en disant: Un système fermé dans lequel on pourrait par exemple transformer toute la chaleur disponible

en travail mécanique, et retransformer le travail mécanique en chaleur, ce qui constituerait un circuit fermé, serait un mouvement perpétuel de deuxième espèce. Or, un tel mouvement perpétuel de deuxième espèce est également impossible, dit-il, et ceci au fond représente pour les penseurs du XIX<sup>e</sup> et du début du XX<sup>e</sup> siècle dans le domaine de la physique, les deux théorèmes fondamentaux de ce qu'on appelle la thermodynamique:

« Le mouvement perpétuel de première espèce est impossible ». « Le mouvement perpétuel de deuxième espèce est impossible. » C'est une chose qui est très liée à l'histoire de la physique au XIX<sup>e</sup> siècle. Le premier qui ait attiré l'attention sur ces apparentes transformations de l'essence calorifique en d'autres formes d'énergie ou de formes d'énergies quelconques en chaleur, fut en effet Julius Robert Mayer<sup>32</sup>, qui s'est principalement intéressé en tant que médecin à la relation entre la chaleur et les autres formes d'énergie du fait qu'il a remarqué dans les régions chaudes une qualité de sang veineux différente de celle qu'on observe dans les régions froides; il en a conclu par là à une différence du travail physiologique de l'organisme humain dans l'un et l'autre cas. Et c'est principalement à partir de ses expériences qu'il a multipliées, qu'il a érigé plus tard une théorie un peu confuse; et pour lui, cette théorie n'avait effectivement pas encore d'autre prétention que de dire: On peut faire apparaître une forme d'énergie à partir d'une autre forme. C'est alors que la chose a été élaborée plus avant par différentes autres personnes dont Von

Helmholtz. Déjà avec Von Helmholtz se présente maintenant une forme particulière de pensée physique mécanique comme point de départ de l'ensemble de l'étude. Si l'on prend directement la thèse la plus importante de Helmholtz<sup>33</sup>, sur laquelle il tente d'appuyer la thermodynamique dans les années quarante du XIX<sup>e</sup> siècle, on la trouve déjà effectivement en tant que postulat à la base de la pensée hartmannienne: Le mouvement perpétuel de première espèce est impossible; du fait que le mouvement perpétuel est impossible, les différentes sortes d'énergie ne doivent être que des transformations les unes des autres, jamais une forme d'énergie ne peut surgir du néant. On peut transformer le théorème dont on part comme d'un axiome: « Le mouvement perpétuel de première espèce est impossible », en cet autre: La somme des énergies présentes dans le système universel est constante. Jamais n'apparaît d'énergie, jamais ne disparaît d'énergie. L'énergie ne fait que se transformer. La somme des énergies présentes dans le système universel est constante. Les deux théorèmes:

«Il n'existe pas de mouvement perpétuel  
de première espèce.»

«La somme de toutes les énergies  
de l'univers est constante.»

signifient au fond la même chose. Et il s'agit maintenant pour nous d'éclairer un peu l'ensemble de cette conception à l'aide du mode de penser que

nous avons déjà mis en œuvre dans tout ce que nous avons étudié.

On voit à l'occasion d'une telle expérience que quand on essaie de transformer de la chaleur en ce qu'on appelle du travail, de la chaleur se perd pour cette transformation, que de la chaleur resurgit et donc que seule une partie de la chaleur peut être transformée en travail, en une autre énergie, en forme d'énergie mécanique. C'est alors qu'on peut appliquer à l'univers ce que l'on voit ici. C'est ce qui s'est passé aussi avec les penseurs du XIX<sup>e</sup> siècle. Ces penseurs ont dit en gros ceci: Dans le monde, dans le monde qui se présente à nous et dans lequel nous vivons, il y a du travail mécanique et il y a de la chaleur. Et continuellement, surviennent des processus par lesquels la chaleur est transformée en travail mécanique. Nous voyons qu'il faut qu'il y ait de la chaleur pour que l'on puisse engendrer du travail mécanique. Représentez-vous à quel point nous avons justement fondé une grande partie de notre technique sur le fait que nous faisons aujourd'hui apparaître du travail mécanique en utilisant de la chaleur comme source d'origine. Mais ce faisant se confirme toujours que nous ne pouvons jamais transformer complètement la chaleur en travail mécanique, qu'un reste subsiste toujours. Et s'il en est ainsi, ces résidus doivent s'additionner de sorte qu'aucun travail mécanique ne pourra plus être produit, que nous ne pourrons tout simplement plus retransformer la chaleur en travail mécanique. Les résidus de chaleur inutilisable s'additionnent et l'univers s'en va à la rencontre

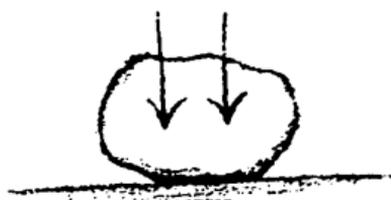
d'un état dans lequel tout le travail mécanique se sera transformé en chaleur. On a dit aussi que l'univers dans lequel nous vivons va vers sa mort calorique, comme on peut l'appeler en terme un peu savant. Sur le concept d'entropie, comme on dit, nous aurons à revenir au cours d'une de nos prochaines réflexions. Ce qui nous intéresse maintenant tout d'abord, c'est le fait qu'à partir d'une expérience, on a conçu des idées sur le cours de l'univers s'offrant à priori à l'observation de l'être humain.

Eduard von Hartmann a traité la question de façon claire en disant: On voit donc – preuves physiques à l'appui – que l'évolution cosmique dans laquelle nous vivons s'accomplit principalement du fait que se déroule en elle deux types de processus: d'un côté les processus caloriques, et de l'autre côté les processus mécaniques, mais que finalement, tous les processus mécaniques seront transformés en processus caloriques. A ce moment-là, il ne pourra plus être produit de travail mécanique. L'univers sera arrivé à son terme. Les phénomènes physiques nous montrent donc, dit Eduard von Hartmann, que le processus cosmique part à la dérive. Telle est sa façon de s'exprimer sur les processus au sein desquels nous vivons. Nous vivons donc dans un univers qui nous porte par ses processus, mais en lequel se trouve la tendance à devenir de plus en plus paresseux et à finalement se dissiper complètement – je ne fais que répéter les propres mots d'Eduard von Hartmann.

Mais il nous faut être au clair sur la chose suivante: Y a-t-il une quelconque possibilité de faire une somme des processus à l'intérieur d'un système fermé? Faites bien attention à ce que je dis: Si je me tiens à côté de l'ensemble de mes instruments expérimentaux, je ne me situe pourtant pas dans le vide, dans l'espace vide, et même si je pouvais imaginer que je suis dans l'espace vide, je ne serais pourtant pas certain que cet espace ne m'apparaît vide que par le fait que je ne perçois pas de prime abord ce qu'il contient. Est-ce que je me trouve, quand j'expérimente, à l'intérieur d'un système fermé? Ce que j'accomplis moi-même, fût-ce dans l'expérience la plus simple, n'est-il pas une intervention dans le processus global de l'univers qui m'entourne? Puis-je me faire d'autres représentations, quand par exemple ici je fais toutes ces choses, que celle du fait que ceci est, dans son rapport avec l'univers entier, à peu près la même chose que quand je prends une petite aiguille et que je me pique le doigt? Quand je me pique, je ressens une douleur qui m'empêche de saisir une idée que j'aurais saisie sans cela. Mais il est bien certain que si je veux étudier ce qui se passe là dans tout son contexte, je n'ai pas le droit de n'examiner que la pression de l'aiguille, la blessure de la peau et des muscles, car je ne saisis pas l'ensemble du processus de cette façon. Le processus ne se limite pas à cela. Imaginez-vous, je prends une aiguille et par maladresse, je me pique et ressens la douleur. Je vais retirer l'aiguille. L'effet produit ne peut résolument pas être compris si je ne fais qu'examiner ce qui se

passer sur ce petit bout de peau. Et pourtant, le retrait de l'aiguille n'est rien de plus qu'un prolongement du processus que je décris quand je n'examine que la première partie. Si je veux décrire l'ensemble du processus, je dois prendre en considération le fait que je n'ai pas piqué mon vêtement mais mon organisme, que je dois considérer comme un tout, qui de son côté réagit comme un organisme complet et provoque en tant que tel ce qui est alors la conséquence du fait précédent.

Puis-je dire tout simplement en montrant une expérience de ce genre: j'ai chauffé et j'ai produit un travail mécanique; la chaleur qui est restée dans l'eau de condensation, y est restée d'elle-même? On ne peut certes pas vraiment comparer cette expérience avec ce qui se passe si je me pique le doigt. L'apparition ou la rétention de la chaleur, sa présence dans l'eau de condensation, pourrait pourtant bien être en rapport avec la réaction à ce processus-ci, de tout le grand système dans son entier, un peu de la même façon que mon organisme réagit au petit processus de la piqûre d'aiguille. Donc, ce que j'ai à prendre en compte avant toute chose, c'est le fait que jamais un dispositif expérimental ne peut être considéré comme un système fermé, et que je dois rester bien conscient que l'ensemble d'un tel dispositif reçoit les influences de son entourage et aussi des énergies qui agissent éventuellement à partir de cet entourage. Mettez maintenant en relation cette idée avec la chose suivante:



Considérez que vous avez tout d'abord de nouveau dans ce récipient un liquide, avec sa surface de niveau, à partir de laquelle vous pouvez présupposer une action de force perpendiculaire à cette surface. Imaginez maintenant que ce liquide devienne en se refroidissant un corps solide de forme structurée. Il est impossible que vous ne vous disiez pas que ces directions, ici ces directions de forces, ne sont pas en interférence d'une façon quelconque avec une autre direction. Car ces directions de force sont en effet la cause pour laquelle je dois conserver l'eau dans un récipient, et pour laquelle ce n'est que par sa surface de niveau que l'eau a une forme. Et si par la solidification apparaît une forme fermée et structurée, je dois absolument présupposer que sont maintenant venues s'ajouter des forces à celles qui étaient présentes au début. Or à priori, ce serait une idée absurde de croire que les forces qui causent la forme structurée étaient déjà présentes quelque part dans l'eau, car si elles y étaient, elles auraient déjà dû provoquer dans l'eau cette forme structurée. Donc, elles sont entrées en scène. Elles ne pouvaient pas être contenues dans le système-eau, elles ont donc dû venir dans le système-eau depuis l'extérieur. Ainsi, si nous prenons le phénomène tel qu'il est, nous de-

vons dire: Lorsque quelque part apparaît une forme structurée, elle apparaît effectivement comme une création nouvelle. En restant simplement à ce que nous pouvons constater à l'évidence, la forme structurée nous apparaît comme une création nouvelle. Nous le voyons bien de façon formelle et évidente quand nous faisons apparaître un solide à partir d'un liquide. La forme structurée survient à l'évidence comme une création nouvelle, et elle est à nouveau éliminée lorsque nous retransformons le corps en un liquide. On se contente ici de résumer ce que nous fournit l'observation. Et quelle est la suite du processus si on transforme réellement le résultat de l'observation en un concept? Il découle de cela que le corps solide cherche à se faire par lui-même, qu'il cherche à modeler en lui un système fermé, qu'il entre en lutte avec son entourage pour devenir un système fermé.

Je dirais que l'on peut ici toucher du doigt que par la solidification du liquide se manifeste la tentative de la nature de parvenir à un mouvement perpétuel. Si le mouvement perpétuel n'apparaît pas, c'est simplement parce que le système n'est pas abandonné à lui-même, parce que l'entourage entier agit sur lui. Ainsi pouvez-vous aller vers cette idée: Dans l'espace qui nous est donné, il existe continuellement aux différents endroits une tendance à faire apparaître un mouvement perpétuel. Mais aussitôt apparaît, face à cette tendance une tendance inverse. De sorte que nous pouvons dire: Lorsqu'apparaît quelque part la tendance à former un mouvement perpétuel, aussitôt se forme dans

l'entourage la tendance inverse qui vient empêcher l'apparition du mouvement perpétuel. Si vous donnez à votre façon de penser cette orientation, vous modifiez de fond en comble la façon de penser abstraite de la physique moderne du XIX<sup>e</sup> siècle. Celle-ci part de l'idée: Le mouvement perpétuel est impossible, et de ce fait... etc. Et si l'on reste dans le domaine des faits, on doit dire: Un mouvement perpétuel veut sans cesse apparaître. Ce n'est que la constitution de l'univers qui l'empêche.

Et la forme structurée d'un corps solide, en quoi consiste-t-elle? Elle est l'expression de ce combat. Cette image qui se forme dans le corps solide est l'expression du combat entre la substance qui, en tant qu'individualité, veut former un mouvement perpétuel, et l'opposition à la formation d'un mouvement perpétuel provenant de l'ensemble total, de la totalité relative au sein de laquelle ce mouvement perpétuel veut se former. La forme structurée d'un corps est le résultat de l'opposition à cette tendance à devenir un mouvement perpétuel; au lieu de mouvement perpétuel, je pourrais aussi dire une monade, cela plaira peut-être mieux ici ou là, une entité corporelle fermée en soi, portant en elle ses propres forces et engendrant sa forme.

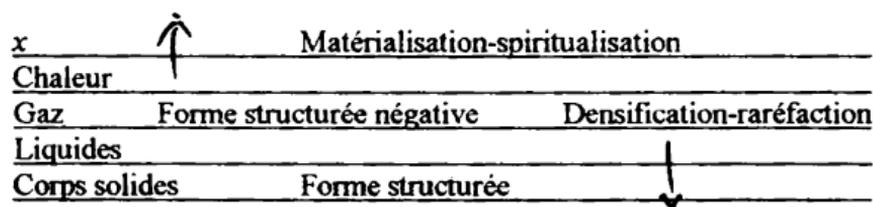
Nous en venons, et c'est là que se trouve le point décisif, à inverser complètement le point de départ non pas de la physique, pour autant qu'elle propose des expériences qui reposent sur des faits, mais bien de l'ensemble de la façon de penser de la physique du XIX<sup>e</sup> siècle. Elle a travaillé avec des concepts non valides. Elle ne pouvait pas voir que dans la

nature se présente partout la tendance à faire ce qu'elle considèrerait comme impossible. Il était relativement facile pour cette façon de penser d'expliquer que c'est impossible, or ce n'est pas pour les motifs abstraits qu'admettaient les physiciens, que le mouvement perpétuel est impossible, mais c'est impossible parce que, à l'instant où il doit apparaître sur un corps quelconque, l'entourage ressent aussitôt l'envie – si je puis employer ici une expression de nature morale – de ne pas laisser apparaître ce mouvement perpétuel. C'est pour une raison factuelle, et non pas pour une raison logique que la chose est impossible. Vous pouvez vous imaginer de combien d'absurdités doit être truffée une théorie qui prend son point de départ justement à côté de la réalité. Si l'on reste à côté de la réalité, on n'arrive pas à accéder à ce que je vous ai démontré hier tout d'abord par un schéma. Et nous allons dans les prochains jours continuer à travailler à ce schéma.

Je vous ai dit: nous avons tout d'abord le domaine des corps solides. Ces corps solides sont ceux qui révèlent en eux des formes structurées solides. Et nous avons, jouxtant en quelque sorte le domaine des corps solides, le domaines des liquides. Les formes structurées se dissolvent, disparaissent lorsque le corps solide passe à l'état liquide. Nous avons l'opposé complet du solide dans la tendance à la dispersion, dans l'abolition de la forme structurée, qui règne dans le corps gazeux: forme structurée négative. Or, comment se manifeste cette forme structurée négative? Examinons sans préjugé des corps gazeux ou aériens, observons-les par exemple

là où peut être perçu en eux ce qui correspond à la forme structurée. Je vous ai parlé hier du domaine de l'acoustique, du monde des sons. Vous le savez, l'élément sonore repose dans le gazeux, quant à son apparition, sur des densifications et raréfactions. « Densification et raréfaction », c'est ce à quoi nous avons affaire aussi dans l'ensemble du gaz lorsque la température change. Si nous cherchons donc, en sautant par-dessus le liquide, ce qui correspond dans le gaz à la forme structurée définie du solide, nous devons le chercher dans la densification et raréfaction. Dans les corps solides nous avons la forme structurée définie; dans le gaz, nous avons densification et raréfaction.

Et venons-en à ce qui est pour le gaz le domaine adjacent, qui le jouxte comme le liquide jouxte le domaine du corps solide. Or, comme nous le savons bien, de même que les corps solides donnent l'image du liquide, le liquide donne l'image des gaz dans leur ensemble, et de même les gaz, l'image de la chaleur - il nous faut donc nous représenter le domaine de la chaleur comme étant le suivant. Pour le domaine qui suit la chaleur, je vais devoir tout d'abord postuler un  $x$ .



Et si dans un premier temps par pure analogie – nous le vérifierons dans nos études ultérieures – je cherche à continuer, je dois chercher quelque chose d'autre correspondant dans ce domaine  $x$  à densification et raréfaction (v. schéma p. 180). Je dois chercher dans le domaine  $x$  quelque chose qui correspond à densification-raréfaction (en sautant pardessus la chaleur) comme en dessous j'ai sauté pardessus le liquide. Lorsqu'au début vous avez une forme structurée solide fermée, et que vous arrivez ensuite au corps gazeux où ce qui est structuré ne s'exprime plus que dans la structuration fluide de densification-raréfaction, si vous pensez une intensification de la densification-raréfaction, qu'est ce que cela peut devenir? Aussi longtemps que densification-raréfaction est encore là, la matière est naturellement encore là. Mais si vous continuez à raréfier, vous sortez finalement du domaine matériel. Et donc à titre de continuation, si vous restez simplement dans le caractère de l'ensemble, vous devez dire: Devenir matériel-devenir spirituel. Lorsque vous vous élevez au-delà du domaine de la chaleur, vous arrivez dans le domaine  $x$ ; et si vous maintenez simplement le caractère qui réside dans le passage de la forme structurée solide à la forme structurée fluide de densification-raréfaction, vous arrivez à « essence matérielle et essence immatérielle ». Vous ne pouvez pas parler autrement que d'essence matérielle et essence immatérielle. Ceci veut dire que si nous traversons le domaine de la chaleur, nous arrivons effectivement dans quelque chose qui se présente dans un certain sens

comme une juste continuation de ce que nous avons observé dans les domaines inférieurs. Le corps solide s'oppose à la chaleur, la chaleur n'en vient pas vraiment à bout. Le corps liquide va déjà bien davantage dans le sens des intentions de la chaleur. Le gaz suit intégralement les intentions de la chaleur, il laisse la chaleur faire de lui ce qu'elle veut, il est dans son comportement matériel une image exacte de l'être de la chaleur en personne. Je peux dire: le gaz est par essence, dans son propre comportement substantiel, semblable à l'être de la chaleur. Le degré de similitude de la matière et de la chaleur s'accroît à mesure que je progresse des corps solides à travers les corps liquides jusqu'aux gaz. Cela veut dire que liquéfaction et vaporisation de la matière représentent pour la matière le fait de devenir semblable à la chaleur. Mais lorsqu'alors je franchis le domaine de la chaleur, lorsque la matière devient donc en quelque sorte complètement semblable à la chaleur, elle s'abolit elle-même. Ainsi, la chaleur s'intercale-t-elle pour moi entre deux domaines très différents l'un de l'autre, différents dans leur essence: le domaine spirituel et le domaine matériel. Entre les deux se place le domaine de la chaleur. Seulement maintenant, la transition vers la réalité nous devient un peu difficile, car il nous faut d'un côté nous élever dans direction où tout semble devenir de plus en plus spirituel, et de l'autre côté, vers le bas, descendre dans la direction où tout semble devenir de plus en plus matériel. Et apparemment, on monte là vers l'infini, et on descend là vers l'infini (voir flèches sur le schéma).

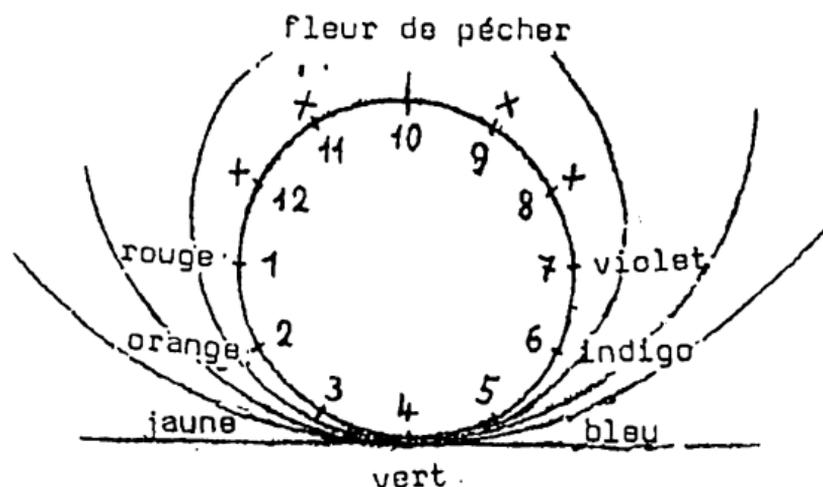
Mais il se présente maintenant une autre analogie que je vous décris encore aujourd'hui pour la bonne raison que par un examen évident de faits naturels particuliers, une saine science de la nature pourrait se développer et il pourrait s'avérer utile de faire que cette chose traverse nos âmes. Si vous considérez le spectre tel qu'il apparaît habituellement, vous avez rouge, orangé, jaune, vert, bleu, indigo, violet.

Infrarouge      r, o, j, v, b, i, v      Ultraviolet  
 <----->

Vous avez la série des couleurs qui se déroule comme un ruban en à peu près sept nuances. Mais vous savez aussi que le spectre n'a pas de fin de ce côté, ni de ce côté non plus, et qu'ici (à gauche) en suivant le spectre on arrive à des domaines de plus en plus chauds jusqu'à un domaine où se présente non plus de la lumière mais encore de la chaleur, le domaine de l'infrarouge. De même du côté du violet, nous n'avons plus de lumière, nous trouvons l'ultraviolet, qui ne produit plus que des effets chimiques, c'est-à-dire matériels.

Mais vous savez par ailleurs que dans le sens de *La théorie des couleurs* de Goethe<sup>34</sup>, on peut transformer cette droite du dessin en un cercle et ordonner alors les couleurs différemment, de sorte qu'on ne considère plus seulement le comportement de la lumière duquel résulte la formation d'un spectre, mais que l'on considère aussi l'obscurité de laquelle

résulte un spectre qui ne donne pas le vert en son milieu mais le « fleur de pêcher », et partant de là, les autres couleurs. Si je considère l'obscurité, j'obtiens le spectre négatif.



Et si je rassemble les deux spectres, j'obtiens douze couleurs qu'on peut distinguer exactement sur un cercle: rouge, orangé, jaune, vert, bleu, indigo, violet. Ici, le violet ressemble de plus en plus au fleur de pêcher, il y a ici deux nuances entre fleur de pêcher et violet, et ici de nouveau deux nuances entre fleur de pêcher et rouge, et vous obtenez alors en quelque sorte, si vous suivez l'ensemble de ces nuances colorées, les douze « états de couleur », si je peux me permettre l'expression. Vous pouvez voir par là que ce qu'on présente habituellement comme un spectre, on peut aussi le penser comme provenant du fait que vous vous représentiez que je pourrais faire apparaître ici ce spectre et le rendre

de plus en plus grand dans l'une des directions; de ce fait, les cinq couleurs du haut partiraient de plus en plus loin jusqu'à ce qu'elles disparaissent à mes yeux; la courbure en bas irait vers la droite et j'obtiendrais alors la séquence habituelle du spectre des couleurs, du fait tout simplement que les cinq autres couleurs auraient disparu de l'autre côté.

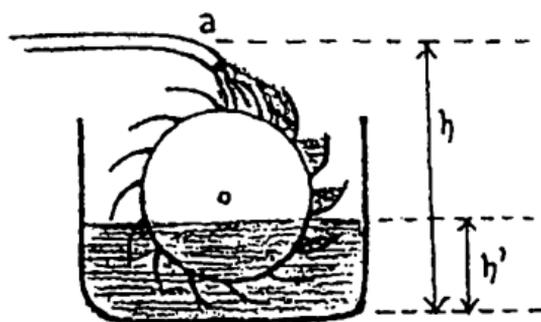
J'ai finalement placé maintenant toutes les couleurs. Mais ne pourrait-ce pas être aussi à peu près le même cas (v. schéma p.180) que pour ce spectre lorsqu'on part ici à l'infini? J'obtiendrais effectivement quelque chose de particulier si je recherchais maintenant ce que cela devient si ce qui semble continuer ici vers l'infini s'arrondissait en un cercle et revenait par là. Est-ce que nous n'aurions pas un autre spectre, qui embrasserait d'un côté l'état d'en deçà de la chaleur, jusqu'en bas vers la matière, mais que je pourrais aussi amener à se refermer de l'autre côté comme ici le spectre des couleurs jusqu'au fleur de pêcher? Ce chemin de pensée, nous allons le poursuivre demain.

## NEUVIÈME CONFÉRENCE

Stuttgart, 9 mars 1920

Lorsqu'on parle justement de ce qui est considéré par la physique d'aujourd'hui comme des transformations des forces et des énergies, il est nécessaire de rendre attentif à la façon dont on fait allusion à ce qui se cache précisément derrière ces transformations. Nous nous approcherons tout à fait méthodiquement, au cours de ces considérations, de ce qui se cache derrière ces transformations de l'énergie. Dans ce but, je voudrais aujourd'hui placer une autre expérience à côté de celle d'hier, en produisant aussi du travail par l'utilisation d'une autre énergie, comme la chose apparaît directement de cette manière. Nous allons, d'une certaine façon, faire appel, dans une autre sphère, à une image de ce qui s'est produit hier, en mettant une roue en rotation, donc en produisant un travail. Car nous pourrions en effet transmettre cette rotation de la roue à n'importe quelle machinerie, et utiliser cette rotation comme mouvement. Pour provoquer la rotation de cette roue, nous allons tout simplement faire couler de l'eau dans ces augets, et l'eau, par son poids, va mettre la roue en mouvement. La force qui simplement se trouve d'une façon ou d'une autre dans l'eau courante, est la force que nous transformons en force de rotation de la roue (expérience).

Nous allons maintenant faire couler de l'eau dans une cuvette afin que l'eau qui s'écoule rencontre un niveau plus tôt que précédemment dans l'expérience. Ce qui est à démontrer précisément ici, est que, lorsque nous établissons un niveau maintenant là dessous, nous provoquons effectivement un ralentissement de la rotation de la roue. Et maintenant, elle ralentit d'autant plus que le niveau inférieur s'approche du niveau supérieur, de sorte que nous pouvons dire: Si nous appelons  $h$  la hauteur du niveau absolu de l'eau au point  $a$  d'où l'eau coule sur notre roue, et que nous appelons  $h'$



la distance entre  $a$  et la surface de niveau que nous avons en dessous, alors nous obtenons une différence  $h-h'$ , et nous pouvons dire: Ce qu'il nous sera possible de réaliser avec la roue dépendra en quelque sorte – nous rechercherons de quelle manière au cours de notre étude – de la différence des deux niveaux. Hier aussi, dans notre expérience, nous avons eu une sorte de différence de niveaux. Réfléchissez, en effet: nous appelons  $t'$  l'état de chaleur qui règne dans notre pièce au début de l'expérience, et  $t$  l'état de chaleur que nous provoquons par

l'échauffement réalisé pour que puisse être engendré le travail mécanique que nous avons hier sous la forme du va-et-vient du piston. Alors nous allons pouvoir dire aussi d'une certaine façon: C'est de cette différence entre  $t$  et  $t'$  que dépend le travail fourni, et donc bien, ici aussi, de quelque chose qui d'un certain côté, peut être appelé une différence de niveaux.

Je dois vous rendre particulièrement attentifs au fait que ces deux expériences nous montrent de suite comment partout où apparaît ce qu'on appelle aujourd'hui transformation de l'énergie, on a affaire à une différence de niveaux. Or le rôle que joue cette différence de niveaux, qui se cache effectivement derrière la transformation des énergies, ce que par exemple Eduard von Hartmann a exposé au début, avant qu'il n'en vienne à une définition des phénomènes physiques, ce rôle nous ne le découvri- rons que si nous poursuivons aujourd'hui la pensée d'hier et que nous l'amenons à une sorte de conclu- sion, afin de mettre en lumière toute l'ampleur des phénomènes caloriques. A propos de ces choses, on doit toujours évoquer à nouveau une très belle pa- role que Goethe a prononcée au sujet des phénomè- nes physiques. Il l'a exprimée de différentes façons, elle dit à peu près: Que sont en réalité tout les phé- nomènes obtenus par des appareils physiques exté- rieurs, en regard de l'oreille du musicien<sup>35</sup>, en re- gard de ce que nous rencontrons comme phéno- mène, comme manifestation de l'action de la nature, du fait de l'oreille du musicien lui même! – Goethe voulait précisément attirer l'attention sur le fait que

l'on n'atteint absolument pas le but lorsqu'on considère les phénomènes physiques en faisant abstraction de l'être humain. Ce n'est qu'en considérant les phénomènes de la physique dans leur rapport avec l'homme de façon juste, par exemple les phénomènes acoustiques en rapport avec les perceptions auditives, que l'on peut, selon Goethe, parvenir au but. Mais nous avons vu que de grandes difficultés apparaissent lorsque nous voulons rapporter des phénomènes comme ceux de la chaleur à l'être humain, que nous voulons réellement considérer ceux-ci en rapport avec l'entité de l'homme. Et je voudrais dire que la donnée de départ, qui a conduit à ce que l'on appelle les nouvelles théories mécaniques de la chaleur, attire l'attention sur une telle façon d'observer. Ce qui est comme un fantôme dans la nouvelle théorie mécanique de la chaleur, est justement parti d'une observation faite sur l'organisme humain par Julius Robert Mayer. Julius Robert Mayer, qui était médecin, avait remarqué lors de saignées qu'il avait été amené à faire à Java, donc en zone tropicale, que le sang veineux des populations tropicales a une coloration plus rouge que celui des populations des zones nordiques. A partir de cela, il avait conclu à juste titre, que le processus qui donne au sang veineux sa coloration, est différent selon que l'homme vit dans un environnement plus chaud ou plus froid, c'est-à-dire selon qu'il est amené à perdre plus de chaleur ou moins de chaleur dans son environnement, et qu'il est donc aussi amené à remplacer plus ou moins de chaleur grâce à l'absorption de

l'oxygène par la respiration. J. R. Mayer est parti du fait que le travail, pour ainsi dire interne, que l'homme accomplit lorsqu'il poursuit le processus auquel il est soumis du fait de l'absorption de l'oxygène, que ce travail devient constitutionnellement plus intérieur quand l'homme a moins besoin de travailler avec l'entourage extérieur. Quand il est dans les régions tropicales, c'est-à-dire quand il perd moins de chaleur dans son entourage, l'homme a moins de travail à accomplir avec l'oxygène extérieur que lorsque en d'autres régions, il perd davantage de chaleur dans son entourage. C'est pour cela que l'homme, dans les zones plus froides, est en quelque sorte ainsi fait que le travail existentiel qu'il accomplit tout simplement pour être sur la terre, est accompli plus en communion avec son entourage. Dans les régions froides, il doit travailler plus en collaboration avec l'oxygène de l'air que dans les régions chaudes où c'est moins avec l'entourage, mais plus avec son être intérieur qu'il travaille.

Vous entrez là dans l'imbrication de toute l'organisation humaine. Vous voyez qu'il suffit qu'il fasse simplement plus chaud dans son entourage pour que l'homme travaille de façon plus intérieurement individuelle qu'il ne le fait quand son entourage est plus froid, et qu'il doit de ce fait travailler plus en communion avec les processus extérieurs. C'est de ce processus, qui représente pour ainsi dire une relation entre l'homme et son entourage, qu'a été tirée la réflexion sur la théorie mécanique de la chaleur. Cette observation a conduit

Mayer en 1842<sup>36</sup> à commencer par envoyer son petit mémoire aux Annales Poggendorf. C'est de celui-ci qu'est parti au fond, tout le mouvement de la physique qui s'en est suivi. Raison suffisante pour que, lorsque ce mémoire de Mayer fut remis aux Annales Poggendorf, il fut rejeté comme complètement dépourvu de mérite<sup>37</sup>. Nous avons là ce phénomène singulier que les physiciens disent aujourd'hui: Nous avons dirigé la physique sur des voies toutes nouvelles, nous pensons tout autrement à propos des phénomènes physiques qu'avant l'année 1842. Mais au même instant, il faut bien faire remarquer que les physiciens de l'époque – et c'était justement les meilleurs physiciens qui avaient à décider à ce sujet<sup>38</sup> – ont présenté ce mémoire comme complètement dépourvu de mérite et ne l'ont pas accepté dans les Annales Poggendorf.

On pourrait dire: avec ce rapport, est pourtant mis un terme à ces réflexions de la science physique d'avant 1842, qui, quoi que d'une façon incomplète, étaient toujours menées dans le sens goethéen, elles étaient constamment mises en rapport avec l'homme, ou prolongées jusqu'à l'homme. Après ce mémoire se lève une physique qui ne verra de salut à sa réflexion que dans le fait qu'elle considérera l'homme comme non existant lorsqu'il s'agit de traiter de faits de la physique. Cela est aussi la caractéristique essentielle de la physique contemporaine – dans beaucoup de publications on élève en effet cela au rang de nécessité pour le salut de la physique – qu'en elle ne joue aucun rôle tout ce qui a affaire de près ou de loin à l'être humain, ou ne

serait-ce même qu'à un processus organique. Sur ce chemin pourtant, on ne peut justement arriver à rien. Ainsi la poursuite de nos pensées d'hier, qui sont vraiment tirées du monde des faits objectifs, va nous conduire à rapporter les phénomènes physiques à l'être humain.

Je voudrais développer encore une fois l'essentiel: Nous partons du domaine des corps solides, et nous trouvons quelque chose d'unitaire dans leur façon de se présenter, dans leur structuration. Nous passons alors à l'état médian du liquide, qui ne conserve plus la structuration que dans le fait de former un niveau, puis au-delà, aux corps gazeux, qui, en tant qu'entités dépourvues de structure, ne possèdent encore, de ce qui apparaît dans le domaine des corps solides, que densification-raréfaction.

z	
y	
x	Matérialisation-dématérialisation
Chaleur	
Corps gazeux	Raréfaction-densification
Corps liquides	
Corps solides	Structuration
u	

Nous arrivons alors, jouxtant le domaine des gaz, dans le domaine de la chaleur qui est de nouveau, dans une certaine mesure, un domaine médian, comme c'est le cas pour le liquide ; puis ensuite, à notre x. Nous avons vu hier que si nous poursuivons les mêmes pensées réalistes, nous avons à penser, pour notre x, en processus de «matérialisation - dématérialisation». Il va de soi que nous pouvons continuer de x jusqu'à y et z, de la

même façon que nous pouvons, au sein du spectre de la lumière, progresser du vert au bleu, puis au violet jusqu'à l'ultra - violet (v. schéma p. 190).

Et maintenant, il s'agit d'étudier les relations entre ces différents domaines. Nous voyons toujours apparaître dans chaque domaine, je voudrais dire des « supports d'essence » tout à fait déterminés et caractéristiques: Nous voyons apparaître dans le domaine inférieur une structure fermée, dans le domaine gazeux, pour ainsi dire une structure fluide, la densification - raréfaction, qui, je veux maintenant parler avec précision, accompagne dans certaines conditions l'entité du son. Nous voyons ensuite apparaître, en allant à travers le domaine de la chaleur jusque dans le domaine  $x$ , la matérialisation - dématérialisation. Et la question qui doit surgir est celle-ci: Comment donc un domaine agit-il à l'intérieur de l'autre? Je vous ai déjà rendus attentifs au fait que, d'une certaine façon, quand nous parlons de gaz, les processus peuvent être pensés dans le gazeux de telle sorte qu'ils sont en mesure de donner, dans leur déroulement, l'image de la chaleur. Nous pourrions dire que le gaz est en quelque sorte entraîné par l'être de la chaleur et se soumet, dans sa structure matérielle, à ce que veut l'être de la chaleur, de sorte que, dans les processus au sein d'un espace rempli de gaz, dans les processus qui sont liés au gaz, nous voyons pour ainsi dire les reflets de ce que fait la chaleur. Nous pouvons donc dire: Dans le gaz, nous trouvons en quelque sorte l'image de ce qui se passe dans l'essence calorifique. On ne peut pas se représenter la chose autre-

ment qu'en pensant que gaz et chaleur, pour ainsi dire, se pénètrent mutuellement, de sorte que le gaz est effectivement saisi, dans son expansion spatiale, par ce que veut l'être de la chaleur. Gaz et chaleur se pénétreraient donc, et nous informeraient directement, dans leur inter - pénétration lors des processus au sein des gaz, de ce qui se passe véritablement au sein du domaine de la chaleur. A nouveau nous pouvons dire: Le liquide nous montre d'une certaine façon, envers le gazeux, une situation analogue à celle du gaz envers l'essence de la chaleur. Le solide nous montre envers le liquide, la même situation que le liquide envers le gaz, et le gaz envers la chaleur.

Mais qu'est-ce donc qui se manifeste dans le domaine du solide? Dans le domaine du solide se manifestent des structurations, de véritables structurations, des structurations qui sont enfermées en elles-mêmes. Elles sont, pour ainsi dire, ce qui est pour nous à nouveau l'image de ce qui ne fait qu'agir dans le liquide. Alors nous pouvons ici atteindre un domaine  $U$ , en dessous du solide, que nous prendrons tout d'abord à titre d'hypothèse ; nous voulons nous forger des concepts pour observer par la suite si ces concepts sont utilisables quelque part dans le domaine des phénomènes extérieurs perceptibles. Nous voulons, en poursuivant cette démarche, qui comme vous le ressentez bien, s'enracine dans le réel, créer des concepts dont nous pouvons espérer qu'ils sauront en retour nous faire pénétrer un peu dans la réalité, puisqu'ils auront été eux-mêmes extraits de la réalité. Que devrait-il

donc se passer s'il existait une quelconque réalité comme le domaine  $U$ ? Il devrait se manifester à nouveau, dans le domaine  $U$ , une sorte d'image de ce qui, dans le domaine précédent, dans le domaine des corps solides, est un fait réellement extériorisé. Il faudrait que ce domaine-ci nous fournisse à nouveau une image du domaine des corps solides. Dans le domaine des corps solides, il y a des structures, des structures qui sont structurées du fait de leur nature propre, ou, pour le moins, du fait de leur rapport au monde – cela, nous pourrions le poursuivre seulement dans les prochains jours -, mais il se manifeste des structures, il doit se manifester des structures dans leurs interactions réciproques.

Revenons encore une fois au domaine liquide. Là, de par la surface de niveau qui coupe le liquide de l'extérieur, nous avons ce liquide pour ainsi dire en liaison avec la Terre entière. Nous pouvons donc voir, dans la pesanteur, quelque chose qui est apparenté aux forces qui agissent de façon structurante sur les corps solides. Si nous suivons effectivement notre démarche de pensée, nous devons donc trouver quelque chose qui se passe, dans le domaine  $U$ , au même titre que se produit dans le domaine des corps solides la formation de structure du fait que ce domaine nous donne l'image des liquides. En d'autres termes: Nous devons pouvoir observer dans le domaine  $U$ , l'action qu'exercent les unes sur les autres les différentes structurations. Nous devons d'une façon ou d'une autre, pouvoir observer cette action. Nous devons pouvoir observer comment quelque chose survient sous l'influence de

structures se comportant diversement les unes par rapport aux autres. Il devrait se produire, dans le domaine de la réalité, quelque chose qui survient sous l'influence des différentes structurations. On a aujourd'hui effectivement un début d'une telle chose. Prenez en effet un corps quelconque, par exemple la tourmaline, qui porte en elle un principe de structuration. Faites agir de différentes façons la tourmaline structurée, je veux dire sa tendance intérieure à structurer, de sorte qu'une structure puisse agir sur une structure. C'est ce que vous avez devant vous lorsque vous regardez à travers deux tourmalines, lorsque, par exemple, vous prenez la pince à tourmaline et que vous regardez à travers: tantôt votre regard peut traverser, tantôt votre champ de vision s'obscurcit. Vous n'avez fait que pivoter les tourmalines l'une par rapport à l'autre, vous avez placé leurs forces structurantes dans une relation modifiée. Ce phénomène est étroitement lié à celui dans lequel, par le fait du passage de la lumière à travers des systèmes de corps qui sont structurés différemment, nous apparaît ce que l'on appelle les figures de polarisation. Ces phénomènes de polarisation se produisent toujours sous l'effet de l'interaction de substances structurées. Nous sommes en présence de cette chose curieuse que dans le domaine du solide nous pénétrons du regard dans un autre domaine qui se comporte, envers le solide, comme le domaine du solide envers le liquide. Et nous nous demandons: Où donc surgit dans le domaine  $U$ , sous les influences de la force formatrice de structures, ce qui se présenterait sur le même

mode que la pesanteur (qui n'est que formatrice de niveau pour les liquides), lorsqu'elle apparaît pour structurer dans le domaine du solide? Si nous nous posons cette question, nous devons nous dire: Cela se produit lorsque nous observons ce qu'on appelle les figures de polarisation, qui appartiennent à un domaine situé en dessous du solide. Nous pénétrons effectivement du regard dans un domaine qui est situé en dessous du solide.

Mais nous voyons par cela quelque chose d'autre encore. Nous pourrions longuement regarder à l'intérieur d'un tel système de corps, et il pourrait se produire là, du fait des différentes forces, les choses les plus diverses qui constitueraient les effets des structurations les unes sur les autres ; nous ne verrions cependant rien s'il ne pénétrait pas encore quelque chose d'autre à l'intérieur des corps solides, s'ajoutant à cette interpénétration du domaine du solide et du domaine *U*. Par exemple, il pénètre aussi là de la lumière, qui seule peut nous rendre visibles ces effets de la structuration.

Ce que je viens d'exprimer ici a abouti au fait que la physique de XIX<sup>e</sup> siècle s'est mise à travailler à l'intérieur de la lumière elle-même, et que, ce que la lumière ne fait que rendre visible, elle l'a considéré comme un effet de la lumière elle-même. Lorsqu'on observe ces figures de polarisation, on doit leur rechercher une origine ailleurs qu'au sein de la lumière. Ce qui se produit là n'a, de façon directe, rien à voir avec la lumière. La lumière ne fait que pénétrer, elle aussi, dans ce domaine *U*, et rend ainsi visible ce qui se produit du fait que ces

structurations prennent un caractère d'images. De sorte que nous pouvons dire: Nous avons affaire à une interpénétration des différents domaines que nous avons ici dissociés de façon artificielle, nous avons affaire, dans la réalité, à une interpénétration de ces différents domaines.

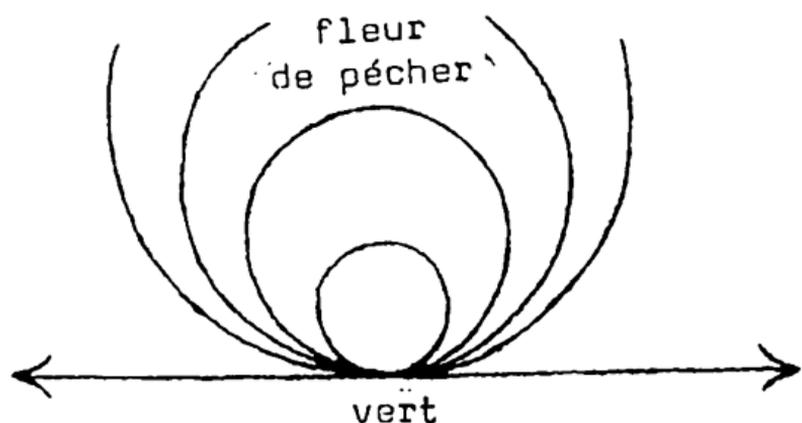
Et nous allons pouvoir maintenant en venir d'une façon juste à ce qui, par exemple, dans le domaine du gazeux, du fait de l'élément structurant, se présente à nous dans une structure fluidifiée. Nous serons conduits à de meilleurs concepts pour ce qui a été dit là où, lorsqu'apparaissent densification et raréfaction, se présente à notre âme le phénomène du son, par l'intermédiaire de l'ouïe, par le jeu de densification et raréfaction,. Et il ne nous faudra pas assimiler les densifications et raréfactions du corps gazeux à ce qui nous parvient en tant qu'effets sonores divers ; mais nous aurons au contraire à rechercher ce qui se produit dans le domaine des densifications et raréfactions à l'intérieur du gaz quand ceux-ci sont là de cette façon. Il nous faudra exprimer ce qui se passe là en disant: D'abord, laissons de côté ce que nous appelons le son. Lorsque nous amenons dans le gaz des densifications - raréfactions d'une certaine régularité, il apparaît ce dont nous prenons conscience dans la perception du son. Cette façon d'exprimer les choses, n'est-elle pas parallèle à celle dans laquelle je dirais: Nous pouvons nous représenter dans le cosmos des états de chaleur très élevés, au-delà de  $100^{\circ}$ ; nous pouvons nous représenter des états de chaleur de très basse température, très loin en des-

sous, des états de froid; et entre les deux, nous trouvons un domaine dans lequel l'être humain peut se maintenir et se modeler? Il nous deviendrait alors possible de dire: Lorsque quelque part dans le cosmos, se joue une oscillation aussi grande, où l'état de chaleur passe d'une température très élevée à une température très basse, il se trouve entre les deux quelque chose où l'homme peut apparaître. Il est donné la possibilité que l'homme puisse apparaître, si par ailleurs quelques préalables à son apparition sont là aussi. Mais nous ne dirons en tout cas pas: L'homme est l'oscillation de l'état de chaleur du corps vers les basses températures, et l'oscillation retour – lors de l'oscillation retour, la possibilité réapparaîtrait de nouveau –, cela, nous ne le dirons jamais. Mais en physique, on dit continuellement: Le son n'est rien d'autre qu'un mouvement ondulatoire qui s'exprime en densification et raréfaction de l'air! Nous perdons de ce fait complètement l'habitude de voir dans les densifications et raréfactions le simple support du son, et non pas le son lui-même. De sorte que pour l'état gazeux aussi, nous devons nous représenter quelque chose qui s'introduit simplement dans le gaz, mais qui appartient à un autre domaine, et qui trouve dans le domaine du gaz la possibilité d'apparaître, de telle sorte qu'un médium intervienne entre lui et notre organe de l'ouïe<sup>39</sup>. Ce n'est qu'en formant ainsi les concepts qu'on s'exprime effectivement d'une façon juste sur les phénomènes du monde physique. Lorsqu'on ne forme des concepts qu'en identifiant tout simplement le son ou la formation du son avec les

vibrations de l'air, on se trouve alors aussi conduit à identifier la lumière avec des vibrations de l'éther. On passe ainsi de quelque chose qui est compris de façon inexacte, à des inventions, des élucubrations sur un monde de faits qui ne sont en réalité que la création d'une pensée inexacte. Ce dont parle précisément la physique de la fin du XIX<sup>e</sup> n'est, à bien des égards, que le produit d'une pensée inexacte. Et lorsque nous suivons la physique usuelle, nous plongeons profondément dans la situation de devoir côtoyer, dans les concepts physiques, rien d'autre que les inventions d'une pensée fausse.

Mais ce dont il s'agit maintenant, c'est que, lorsque nous progressons du domaine de la chaleur jusqu'en  $x$ ,  $y$  et  $z$ , nous avons pour ainsi dire la perspective de devoir continuer à l'infini et, du côté de  $U$ , nous avons de même la perspective de devoir poursuivre à l'infini. Je vous ai déjà hier rendus attentifs au fait que l'on trouve la même chose dans le spectre, où on a pour ainsi dire, l'obligation, en face du spectre ainsi qu'il apparaît habituellement, de poursuivre le chemin du vert à travers le bleu, jusqu'à l'infini, ou, pour le moins, jusqu'à l'indéterminé, et de même en continuant après le rouge. Cependant, lorsque nous embrassons du regard le spectre entier, le domaine entier des phénomènes colorés, alors nous pouvons penser ce spectre comme formé de la véritable série complète des 12 couleurs, qui ne se laisse caractériser que par un cercle qui comporte en bas le vert, en haut le « fleur de pêcher », et au milieu les autres couleurs. Et nous pouvons alors penser que ce cercle grandit toujours plus; que ce « fleur

de pêcher » ici en haut nous échappe, et, d'un côté après le rouge, de l'autre côté après le violet, s'enfuit au-delà des deux. Ainsi, nous trouvons effectivement dans le spectre habituel une partie de ce qui serait si, à travers le monde des phénomènes qui s'offrent aux hommes, la totalité des couleurs pouvait apparaître. Nous n'en avons qu'une partie.



Voici quelque chose qui est extrêmement curieux. Je crois que si vous vous emparez des représentations habituelles de l'optique dans les manuels de physique, et les confrontez à ce qui est habituellement donné comme explication pour un phénomène spectral particulier qui est l'arc-en-ciel, alors, si vous appréciez de vous maintenir dans des concepts clairs, vous allez vous sentir très mal à l'aise. Car les explications sur l'arc-en-ciel sont données en réalité de telle sorte que l'on n'y trouve pas d'arc! On est obligé de partir des gouttes de pluie, de suivre toutes sortes de parcours des rayons lumi-

neux à l'intérieur des gouttes, et il nous faut alors reconstituer cette image unitaire de l'arc-en-ciel à partir de simples petites images qui sont encore particulièrement dépendantes de la façon dont on se place, des images qui apparaissent effectivement à travers des gouttes de pluie. Bref, ces explications ont à faire avec une saisie atomistique d'un phénomène qui agit d'une façon passablement unitaire dans notre entourage. Mais on peut être encore plus mal à l'aise envers l'arc-en-ciel, c'est-à-dire le spectre dont la nature elle-même nous offre l'enchantement, lorsque nous percevons justement que cet arc-en-ciel dont nous parlons n'apparaît en réalité jamais seul! Même s'il semble bien se cacher, le deuxième arc-en-ciel est toujours là. Et les choses qui vont ensemble, ne se laissent jamais séparer. Les deux arcs-en-ciel, dont l'un est seulement moins visible que l'autre, coexistent inéluctablement, et dans le domaine des explications de l'apparition de l'arc-en-ciel, on ne peut pas ne vouloir expliquer que l'une des bandes colorées, car on doit aussi être au clair sur le fait que la totalité du phénomène – la totalité relative – consiste en ce qu'il y a quelque chose d'autre au milieu qui comporte deux rubans sur les bords. L'un de ces rubans est l'arc-en-ciel qui se voit bien, et l'autre l'arc-en-ciel moins visible. On a là affaire à une image qui nous apparaît dans la grande nature et qui se situe presque à l'intérieur du grand tout. Nous devons envisager cela comme une entité. Or, lorsque nous observons avec précision, nous pouvons bien percevoir que le deuxième arc-en-ciel, l'arc-en-ciel ac-

compagnateur, est effectivement une inversion du premier, que le deuxième peut effectivement être saisi d'une certaine façon comme une sorte de reflet du premier, il reflète, pour ainsi dire, l'arc-en-ciel le plus visible. Ainsi, aussitôt que nous passons des phénomènes partiels qui surgissent dans notre entourage, à une totalité relative face à laquelle nous nous trouvons, lorsque nous comprenons que notre Terre entière est en rapport avec le système cosmique, alors, son visage s'en trouve effectivement changé. En premier lieu, je veux seulement indiquer ce phénomène. Nous reverrons de plus près ces phénomènes au cours de notre étude.

Mais du fait que le deuxième arc-en-ciel se manifeste à nous, la chose qui apparaît est un système fermé (cf. dessin p.199). Le système ne reste ouvert qu'aussi longtemps que je me place en face du spectre particulier qui apparaît dans mon environnement. Et je devrais m'entraîner, en ce qui concerne le phénomène de l'arc-en-ciel, à penser que lorsque je mets ce spectre sous mes yeux par une expérience, je ne tiens la nature que par un bout, que quelque part, à l'autre bout, quelque chose m'échappe; que quelque part, quelque chose est dans l'inconnu et que j'ai justement besoin de l'arc-en-ciel secondaire pour chaque spectre des sept couleurs. Ce phénomène et son élaboration conceptuelle, confrontez-les avec ce cheminement de notre conception réelle, telle que nous l'avons ici embrassé du regard (cf. schéma p. 190). Ici, nous cherchons à refermer (dessin du spectre courbe p. 199) le ruban coloré qui s'étend pour nous jusqu'à

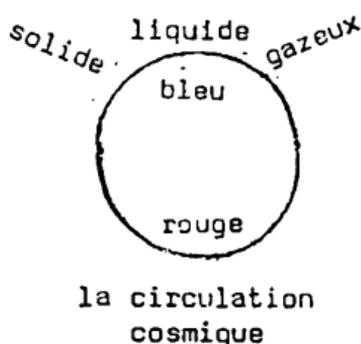
l'indéterminé, en faisant se rejoindre les deux extrémités. Si nous le faisons aussi ici, qu'advierait-il? Alors que nous poursuivrions notre chemin vers le bas depuis les corps solides pour rentrer dans le  $U$  et peut être plus bas encore, nous le ferions de telle sorte qu'il nous ramènerait par le haut et se refermerait. Or maintenant, si nous suivons ce chemin vers le bas et que nous revenons par le haut et le refermons, que pourrait-il donc se former là? Que pourrait il arriver là?<sup>40</sup>

Afin de vous amener à cela, je veux essayer la chose suivante: Admettez que vous alliez réellement dans l'une des directions, peu importe le dessin par lequel on concrétise la chose<sup>41</sup>. Partons, disons de la sphère, là où nous avons pu dire, dans ces considérations, que la pesanteur devient négative. Nous sommes parvenus en quelque sorte à l'une des sphères. Nous allons, à partir de là, vers le bas, et nous nous représentons que sur notre chemin, nous devrions là nous introduire dans le domaine du liquide, du solide. Mais maintenant, si nous poursuivons plus loin, nous devrions effectivement – il est difficile de le dessiner – revenir à nouveau par l'autre côté. Et tandis que nous revenons par l'autre côté, ce qui revient par l'autre côté se glisserait pour nous à l'intérieur du domaine précédent. C'est-à-dire que lorsque je progresse là, du solide vers le domaine  $U$ , si je prenais là la queue entière, que je la retournais et l'introduisais là dedans, alors je devrais la fourrer ici. Je pourrais aussi faire le dessin de telle sorte<sup>42</sup> que je fasse ainsi la progression depuis la sphère zéro à travers le liquide jusque

dans le solide et le domaine  $U$  et que je revienne en arrière et entre à nouveau ici à l'intérieur (dessin du cercle ci-dessous). De sorte que je pourrais dire à

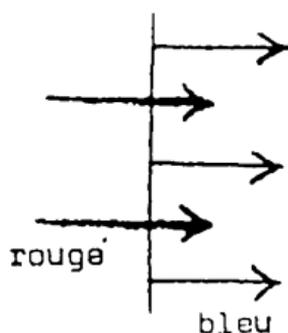


peu près ceci: Je considère le gaz qui tend à aller par ici, où j'ai dessiné le bleu, en direction de ce côté. Mais dans la circulation cosmique s'approche par l'autre côté quelque chose qui s'introduit là, qui s'y impose, mais n'y apparaît qu'en tant qu'image. Ce qui revient là imprègne, pour ainsi dire, ce qui s'en va, et apparaît dedans en tant qu'image



Le liquide, dans son essence, pénètre le domaine du solide en lui courant après, et apparaît en tant que structuration; Ou bien quelque chose, qui dans notre dessin symbolique se trouve plus haut, pénètre

dans le domaine gazeux et y apparaît en tant que son. Représentez-vous une fois ce retour des processus cosmiques et l'interpénétration qui en résulte.



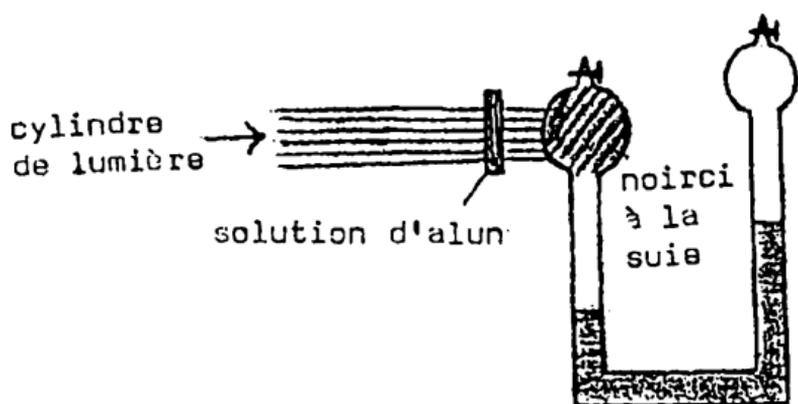
Vous êtes par cela conduits à la nécessité de ne pas tout simplement vous figurer une circulation cosmique, mais de penser une circulation telle, que ceci continue ici, et ce qui continue pénètre constamment à nouveau dans ce qui était déjà là, et donc se glisse à travers ce qui était déjà là. C'est alors que vous obtenez une base pour des pensées réelles qui vous aideront aussi, par exemple, à voir le comportement, disons, de la lumière dans la matière, qui doit se trouver dans un tout autre domaine, cependant que la matière est tout simplement ce qui est parti d'ici alors que la lumière la poursuit et se glisse à l'intérieur. Alors bien sûr, vous êtes obligés, si vous voulez étudier ces choses avec des formules mathématiques, d'élargir un peu ces formules.

Si vous voulez, ceci est le vieux symbole du serpent qui se mord la queue, le symbole de la vieille sagesse. Mais bien sûr, la vieille sagesse a exprimé tout cela justement en symboles, alors que nous, il nous est nécessaire d'aborder les choses dans leur réalité<sup>43</sup>.

## DIXIÈME CONFÉRENCE

Stuttgart, 10 mars 1920

Avant de mener plus loin les considérations que nous avons poursuivies hier et dont nous nous approchons de la fin, nous voulons encore leur donner le support de quelques expériences. Nous allons tout d'abord produire ici un cylindre de lumière qui se forme du fait que la lumière traverse cette fente, et nous introduisons ici, dans le cylindre de lumière un ballon noirci à la suie, de sorte que la lumière ne le traverse plus. Nous avons conduit ce qui va se produire, à se manifester sur ce thermomètre.



Vous le voyez, ce que l'on pourrait appeler notre cylindre d'énergie, tandis qu'il nous transmet ce qui se manifeste extérieurement par la lumière, provoque ici la descente de la colonne de mercure. Nous avons donc affaire à ce qui apparaît en général sous l'effet d'une dilatation. Nous pouvons donc supposer que de la chaleur passe ici, provoque une dila-

tation, et, que cette dilatation se manifeste à nous par la descente de la colonne de mercure. De sorte que nous pouvons donc dire: Il aurait pu apparaître un spectre si nous avions capté le faisceau de lumière, disons par un prisme. Nous ne formons pas de spectre, mais nous captions simplement la lumière, la rassemblons, et, du fait que nous avons rassemblé ce qu'il y a dans ce cylindre d'énergie, nous obtenons ici une forte dilatation. Vous le voyez, la colonne de mercure descend très fort. Nous plaçons maintenant sur le parcours de ce cylindre d'énergie une solution d'alun, et nous allons voir ce qu'il en résulte. Nous avons donc modifié ce qui traverse la fente, ce qui se manifesterait à nous par son côté lumière, par le fait que nous lui avons interposé une solution d'alun, et nous allons maintenant voir ce qui se produit par l'action de la solution d'alun. Nous pouvons de cette façon – vous le verrez par la suite – ramener complètement à l'équilibre les colonnes de mercure de droite et de gauche, ce qui démontre que précédemment, la chaleur a traversé, mais que maintenant, elle est retenue par la solution d'alun, qu'elle ne traverse plus du tout, et que seule la chaleur qui par ailleurs est présente partout, se manifeste ici. Ainsi donc à l'instant même où je place la solution d'alun dans le cylindre d'énergie, la propagation de la chaleur est empêchée. Cela veut dire que j'extrait la chaleur de ce qui se manifeste à moi en tant que lumière et chaleur à la fois, et ne laisse ici rayonner que la lumière – tout d'abord, nous voulons considérer seulement cela, bien qu'il rayonne encore autre

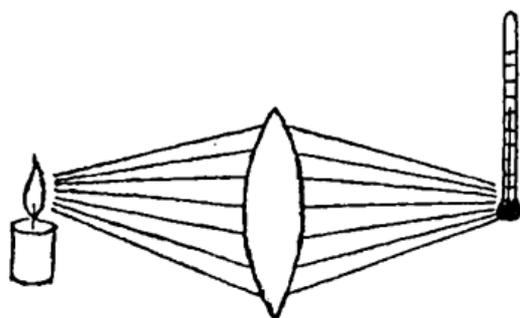
chose. Donc nous pouvons constater qu'il nous est possible de procéder, avec l'énergie-chaleur-lumière qui se propage, de telle sorte que nous laissons passer la lumière et que nous en retenons la chaleur en plaçant sur son chemin la solution d'alun.

C'est une chose que nous pouvons accueillir tout d'abord purement en tant que phénomène. L'autre chose que nous voulons démontrer avant d'aller plus loin dans nos considérations, est la suivante: lorsque nous voulons étudier l'être de la chaleur, nous pouvons étudier son comportement tout d'abord en chauffant un corps quelconque à un endroit quelconque. Nous observons alors qu'il ne reste pas chaud seulement à l'endroit où nous le chauffons, mais que la chaleur que j'apporte à un endroit se communique à la partie voisine, puis à la partie voisine, et ainsi de suite, de sorte qu'à la fin, de la chaleur est répandue dans le corps entier. Et ce n'est pas tout. Si nous mettons alors un autre corps au contact du premier, le deuxième aussi devient chaud, il va devenir plus chaud qu'il ne l'était auparavant, et l'on a l'habitude de dire, dans la physique d'aujourd'hui: La chaleur se propage par conduction. On parle de conduction de la chaleur. La chaleur est conduite d'un endroit d'un corps à un autre, et elle est aussi conduite d'un corps à un autre corps qui est en contact avec lui. Vous pouvez déjà établir par des observations toutes extérieures, que cette conduction de la chaleur est différente pour des substances différentes. Si vous prenez une barre de métal, que vous la tenez dans la main, et que vous introduisez l'autre extré-

mité dans une flamme, vous la laisserez probablement bientôt tomber. La chaleur est très vite conduite d'une extrémité à l'autre. On dit alors: Un métal est un bon conducteur de la chaleur. Si par contre vous prenez en main une baguette de bois et la tenez dans la flamme, vous ne serez pas tentés de la faire tomber rapidement sous l'effet de la conduction de la chaleur. Le bois est un mauvais conducteur de la chaleur. Et l'on peut ainsi parler de bons et de mauvais conducteurs de la chaleur. Ceci serait plus clair par une expérience que nous ne pouvons pas faire aujourd'hui, car c'est en vain que nous aurions cherché de la glace pour la manipuler d'une certaine façon. Ceci n'a pas été possible. En des temps plus favorables, une telle expérience pourra être faite. Lorsque dans certaines conditions, on prépare une lentille de glace, comme on a des lentilles de verre, et que grâce à une source de chaleur – tout simplement une flamme – on fait rayonner de la chaleur, alors aussi vrai que l'on emploie l'expression « concentrer les rayons lumineux », on peut aussi concentrer les rayons de chaleur et constater par un thermomètre, que réellement une sorte de concentration de chaleur a lieu sous l'effet de la chaleur qui traverse la lentille de glace et se propage (voir dessin p. 210).

Vous voyez aisément à partir de cet exposé, qu'il ne peut pas s'agir de la même chose que pour la conduction de la chaleur, bien que la chaleur se soit propagée, car la lentille de glace n'aurait alors pas pu rester une lentille de glace. Il s'agit donc ici du fait que nous avons deux sortes de propagation

de la chaleur: l'une qui influence profondément les corps par lesquels elle se propage, et l'autre pour laquelle est indifférent ce qui se trouve sur le chemin de la chaleur, où nous devons avoir affaire à la propagation du véritable être de la chaleur, où pour ainsi dire, nous voyons la chaleur elle-même se propager.



lentille de glace

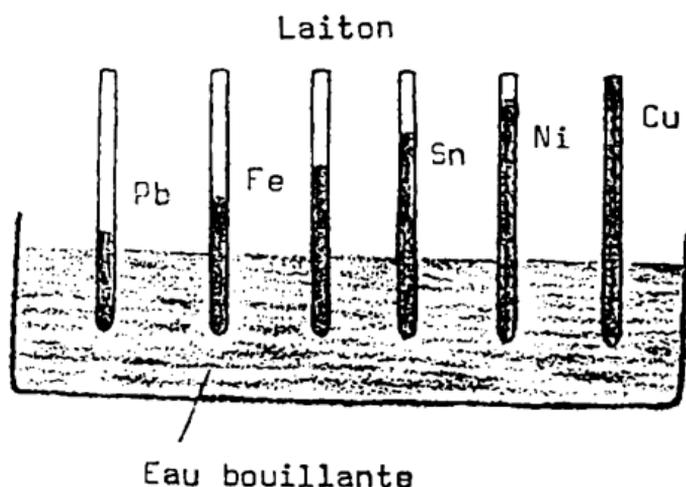
Cependant, si nous parlons d'une façon exacte, nous devons d'abord demander: Qu'est-ce donc qui se propage en réalité quand nous communiquons la chaleur à un corps et que nous le voyons alors s'échauffer morceau par morceau? N'est-ce pas probablement une expression manquant éminemment de clarté que de dire que c'est la chaleur elle-même qui se répand d'une partie du corps à l'autre alors que nous constatons seulement sur le corps lui-même cet échauffement?

Voyez-vous, ici, je dois à nouveau vous rendre attentifs au fait qu'il s'agit de saisir des représentations et des concepts réels et exacts: Prenez (au lieu de simplement ressentir la chaleur sur une barre chauffée), une barre de fer assez grande, une barre métallique que vous chauffez à une extrémité, mais

de façon que cela ne soit pas douloureux si vous installez dessus une série de gamins. Dites aux gamins de crier – mais pas trop fort – quand cela devient chaud ; c'est d'abord le premier qui va crier, puis le deuxième, puis le troisième et ainsi de suite. C'est l'un après l'autre que les enfants crieront. Mais vous ne serez pourtant pas tentés de dire: Ce que j'ai observé au premier enfant se transmet au deuxième, au troisième, au quatrième et ainsi de suite. Or lorsque l'on chauffe d'un côté et que l'on a de l'autre côté la sensation de la chaleur, le physicien d'aujourd'hui dit: La chaleur a simplement été conduite. Alors que pourtant, il ne fait qu'observer ce que fait le corps, à savoir lui donner la perception de la chaleur, morceau par morceau, de même qu'il observe que les enfants crient quand ils ressentent la chaleur. Vous ne pouvez pourtant pas dire que le cri se propage!

Nous voulons maintenant faire une expérience pour montrer comment différents métaux, qui sont ici sous la forme de barres, se comportent de façons diverses envers ce que l'on appelle habituellement la conduction de la chaleur, et nous allons chercher à élaborer alors des concepts adaptés à la réalité. Nous versons ici de l'eau chaude. Les barres chauffées du fait qu'en bas, elles plongent dans l'eau. Nous allons voir maintenant l'effet de cela sur notre dispositif expérimental, comment les barres vont être chauffées, l'une après l'autre de sorte qu'alors nous pourrions nous représenter une sorte d'échelle. Nous allons avoir la possibilité de montrer de façon continue les effets de la chaleur pour

les différentes substances (voir dessin). Les barres sont enrobées d'iodure mercurique jaune, qui vire au rouge lorsqu'on atteint une certaine température.



Le point de virage s'élève sur les différentes barres, à des vitesses différentes). Le plomb est donc ici, parmi tous ces métaux, le plus mauvais conducteur de la chaleur, comme on dit. Les expériences sont faites afin que nous puissions nous former la vision globale dont nous avons déjà souvent parlé, sur les phénomènes inhérents à l'essence calorifique, et que nous puissions progressivement nous élever à la connaissance de ce qu'est l'essence calorifique en réalité.

Nous avons déjà vu à travers les considérations que nous avons poursuivies hier, comment, lorsque nous embrassons du regard le domaine de la corporéité, nous pouvons distinguer d'une certaine façon le domaine du solide, dans lequel nous pouvons suivre essentiellement ce qui se structure. Nous avons ensuite le liquide, en quelque sorte comme une étape intermédiaire, et nous passons au gazeux.

Et nous avons, dans le gazeux, à considérer densification et raréfaction qui correspondent à la structuration dans le solide. Puis nous avons à nouveau comme une sorte d'état intermédiaire qui est cette chaleur, que nous recherchons. Nous avons vu la raison pour laquelle c'est à cet endroit que nous pouvons l'inscrire<sup>44</sup> (voir schéma). Nous arrivons ensuite, comme je l'ai dit, au sein d'une sorte de  $x$ ,

$z$	
$y$	
$x$	Matérialisation-dématérialisation
Chaleur	
Corps gazeux	Raréfaction-densification
Corps liquides	
Corps solides	Structuration
$u$	

et nous aurions à  $y$  trouver, en poursuivant notre chemin de pensée en adéquation complète au réel, matérialisation et dématérialisation ; puis nous devrions nous élever, comme je l'ai dit, à un  $y$ , à un  $z$ , de la même façon que dans le spectre de la lumière nous trouvons le passage du vert à travers le bleu jusqu'au violet, puis, apparemment, jusqu'à l'infini. Nous avons dû cependant constater hier, que nous pouvons suivre aussi le domaine du solide (bas du schéma) dans une sorte de  $U$ , de sorte que nous pouvons nous représenter les domaines de la corporéité par cet ordonnancement qui est de la nature du spectre; et nous pouvons vraiment nous les représenter ainsi quand nous voulons nous maintenir dans ce qui est réel.

Il s'agit maintenant pour nous de poursuivre les pensées que nous avons déjà exprimées hier. Aussi vrai que dans le spectre, nous pouvons rassembler ce qui nous échappe au-delà du violet et au-delà du rouge en réunissant en une forme circulaire ce spectre qui s'étend en ligne droite vers la gauche et vers la droite, de même nous pouvons penser les domaines des états de la corporéité qui se transforment d'un côté et de l'autre, comme s'ils n'étaient effectivement pas caractérisés par une droite qui se perd de chaque côté dans l'infini ; mais au contraire comme si ce qui s'en va apparemment dans l'indéterminé ou dans l'infini revient sur lui-même et peut être caractérisé par un cercle, ou tout au moins par une droite qui revient sur elle même.

Alors survient la question: Que pouvons-nous trouver là<sup>45</sup>, ici? Lorsque nous considérons le spectre habituel, là au moins, nous pouvons trouver quelque chose. En considérant les choses au sens de l'optique goethéenne, vous savez que lorsque l'on prend le spectre, non pas unilatéralement mais avec toutes ses couleurs possibles, nous pouvons disposer les couleurs spectrales de sorte que nous ayons d'un côté le vert qui est en quelque sorte la couleur intermédiaire, quand nous produisons un spectre de la clarté ; et de l'autre côté la couleur fleur de pêcher, qui est aussi une couleur intermédiaire, quand nous produisons un spectre de l'obscurité. Nous avons donc vert, bleu, violet allant jusqu'au fleur de pêcher d'un côté, et, du côté opposé, vert, jaune, orangé, rouge jusqu'au fleur de pêcher. En refer-

mant le cercle, nous pouvons remarquer le fleur de pêcher à l'endroit où il se ferme.

Et si maintenant nous refermons ici notre cercle des différents états de la corporéité, pouvons-nous trouver là quelque chose? Nous sommes maintenant à un point extraordinairement important. Que pouvons-nous placer ici, de la même façon que nous plaçons, ici, dans le spectre habituel, qui doit nous donner une sorte d'image du spectre des états, le fleur de pêcher? Que devons-nous placer ici? Peut-être que la pensée qui doit surgir simplement et se donner à partir du monde des faits ne vous paraîtra pas si difficile si je m'efforce de vous y conduire tout d'abord de la façon suivante. Qu'est-ce donc que nous avons effectivement devant nous, qui nous échappe pour ainsi dire autant d'un côté que de l'autre, de la même façon que le spectre des couleurs nous échappe d'un côté vers le violet et de l'autre vers le rouge? Qu'est-ce donc, ce que nous avons là devant nous? Ce n'est finalement rien de moins que la nature tout entière. Vous ne pouvez rien trouver dans ce que l'on appelle le règne de la nature, qui ne doit être logé quelque part dans « structuration », en dessous de « structuration », ou dans ce que j'ai encore désigné par  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , et ainsi de suite (voir schéma p.214). D'un côté, la nature nous échappe lorsque nous poursuivons les états corporels en traversant la chaleur; elle nous échappe de l'autre lorsque nous poursuivons les structurations, d'abord les structurations du domaine du solide, puis de l'infrasolide que nous voyons dans les figures de polarisation, où la

structure agit sur la structure. Vous pouvez regarder cette pince à tourmaline, et vous verrez tantôt de la clarté, tantôt de l'obscurité. Rien que par l'interaction des structures apparaît ce qui se montre tantôt sombre, tantôt clair, et ainsi de suite.

Pour nous, l'essentiel est maintenant d'en venir à ce que nous avons à placer ici, lorsque nous poursuivons la nature d'un côté jusqu'au point où elle se rencontre ici avec ce que l'on peut caractériser comme un courant venant de l'autre côté. Qu'est-ce qui se place là? Il ne se place rien d'autre que l'homme en tant que tel. Là se trouve l'homme. L'homme se trouve là de façon telle qu'il intègre ce qui provient d'un côté et ce qui provient de l'autre côté. Comment intègre-t-il ce qui tout d'abord vient par ce chemin d'en bas? Par le fait qu'il est structuré. Quand nous nous interrogeons sur sa structure parmi les structures qu'ont les autres corps, nous devons dire: L'homme a aussi une structure. Donc ce qui agit en tant que force structurante est bien aussi en lui. Mais nous devons nous demander: Est-ce que ce qui agit en tant que force structurante est inclus dans la sphère de la conscience? Non, pas dans la conscience de l'homme. Car, figurez-vous que vous ne puissiez pas accéder à un concept de la forme humaine par le fait de vous fréquenter vous-même ou par le fait de voir d'autres êtres humains. A travers l'expérience intérieure, vous ne pourriez à priori nullement accéder à un concept de la forme. Nous sommes structurés, mais dans notre conscience immédiate, la forme ne nous est pas un donné. Qu'avons-nous à la place de la forme dans

notre conscience immédiate? Il suffit de l'expérimenter lorsque, sans prévention aucune, on observe jour après jour, disons le développement de l'être humain lui-même dans la vie physique. Au début, lorsque l'homme entre dans la vie physique, il doit se comporter d'une façon très plastique envers ses forces modelantes, c'est-à-dire qu'il faut qu'en lui s'exerce une intense activité de structuration. Plus nous approchons de l'achèvement de l'enfance, moins il y a à structurer en nous, et notre vieillissement s'accompagne d'un retrait continu des forces de structuration. Et plus les forces de structuration se retirent, plus nos forces de représentation consciente adviennent. Elles surgissent à partir de nous-mêmes d'autant plus que les forces de structuration se retirent. Nous pouvons d'autant mieux nous représenter des formes que nous perdons la capacité de nous donner la forme. Cela est à remarquer tout d'abord au moins pendant la période de croissance de l'être humain, comme un fait aussi significatif que véridique, de même que d'autres faits significatifs sont à remarquer. Mais vous voyez que nous pouvons dire par conséquent: Nous pouvons faire l'expérience des forces de structuration; ce qui, au dehors, structure les corps, nous pouvons en faire l'expérience. Par quoi l'expérimentons-nous? Par le fait que cela devient en nous représentation. Nous sommes maintenant au point où nous rapportons la force structurante à l'être humain. La force structurante n'est pas une chose sur laquelle on peut élucubrer n'importe comment. Ce n'est pas par la spéculation ou la

philosophie mais par ce qui provient de la réalité, qu'il faut donner des réponses aux questions devant lesquelles la nature nous place. Et dans la réalité, on voit ceci: La force structurante se montre à nous là où, en quelque sorte, la structure elle-même se dissout devant nous dans notre activité de représentation, là où elle devient activité de représentation. Dans la représentation, nous faisons l'expérience de cette force qui nous échappe, au dehors, lorsque les corps se forment.

Ainsi donc, lorsque nous plaçons l'être humain ici<sup>46</sup>, nous pouvons dire: Il expérimente les structures venant d'en bas, en tant que représentation. Qu'expérimente-t-il donc venant d'en haut, de là où tout d'abord, lorsqu'on sort du gazeux, nous apparaît le calorique, de quoi l'homme fait-il donc là l'expérience? Et ici de nouveau, si vous examinez sur l'homme les phénomènes sans prévention, vous ne pourrez éviter de vous poser la question: Quel est le rapport initial entre la volonté de l'homme et les phénomènes de chaleur? Il vous suffit d'observer comment, maintenant de façon physiologique, nous avons besoin d'une certaine collaboration avec la nature extérieure pour produire de la chaleur afin d'être en mesure de vouloir. Lorsque nous amenons le vouloir à se réaliser, la chaleur, justement, apparaît. De ce fait, nous devons effectivement voir la chaleur comme apparentée au vouloir. Aussi vrai que nous devons voir les forces structurantes au dehors dans les objets comme étant apparentées à l'activité de représentation, nous devons voir tout ce qui se répand à l'extérieur en

tant que chaleur, comme apparenté à ce qu'est en nous la volonté. Nous devons donc voir la chaleur comme de la volonté, et voir que dans notre volonté, nous faisons l'expérience de l'essence calorique.

Comment pourrions-nous nous donner une définition de cette structuration lorsque nous la rencontrons à l'extérieur? Nous l'observons, cette structuration, dans n'importe quel corps solide. Nous le savons: Si sous certaines conditions, cette structuration se faisait transformer par nos propres processus de vie, alors apparaîtrait la représentation. Cette représentation n'est pas contenue dans la structuration extérieure. C'est à peu près comme lorsque je vois, dans la mort, le psycho-spirituel se séparer du corporel. Lorsque je vois les formes à l'extérieur dans la nature, ce qui met en œuvre les formes n'est pas là. En vérité, ce n'est pas là. Ce n'est pas plus là que le psycho-spirituel n'est là dans un cadavre, bien qu'il y ait été présent. Donc, quand je dirige mon regard sur la nature extérieure, je dois me dire: Là est actif quelque part dans la structuration – je ne veux pas dire, a été actif, mais au contraire, comme on le verra plus tard, devenant actif – là est quelque part actif la même chose que ce qui vit en moi en tant que représentation.

Lorsque je perçois de la chaleur dans la nature, d'une certaine façon est actif ce qui en moi vit en tant que volonté. Dans l'homme qui se représente et qui veut, nous avons ce que nous rencontrons à l'extérieur dans la nature en tant que structuration et en tant que chaleur.

Cependant, il y a toutes les étapes intermédiaires possibles entre la volonté et la représentation. Il vous suffira en quelque sorte d'une auto-observation raisonnable pour découvrir bientôt que votre activité de représentation n'existe effectivement jamais sans que vous accomplissiez un effort volontaire. Un effort volontaire sera, il est vrai, particulièrement à l'heure actuelle, ressenti par la plupart des gens comme inconfortable. On s'adonne plutôt à la volonté inconsciente, au fil des pensées, on n'aime guère injecter la volonté dans le domaine de la pensée. Mais il n'existe effectivement jamais de contenu de pensée complètement dépourvu de volonté, aussi vrai qu'il n'y a pas de volonté qui ne serait orientée par des pensées. Ainsi donc, quand nous parlons de pensée et volonté, de représentation et volonté, nous avons en fait seulement affaire à une frontière, avec ce qui constitue d'un côté l'élément de pensée, et de l'autre côté l'élément volontaire. Et nous pouvons dire à partir de cela que lorsque nous expérimentons en nous-mêmes la volonté qui soutient la pensée et la pensée pleine de volonté, nous expérimentons de façon tout à fait véridique et essentielle l'activité structurante extérieure et l'essence calorique extérieure, dans la nature. Il n'y a en effet aucune autre possibilité que d'aller chercher dans l'être humain l'essence de la chose que, dans ses manifestations, nous rencontrons extérieurement .

Or veuillez poursuivre encore ces pensées. Lorsque vous continuez à suivre les états de la corporéité de l'un des deux côtés, vous pouvez vous dire

qu'il vous faudrait de façon linéaire continuer le processus dans l'indéterminé. Et de même de l'autre côté. Mais comment cela doit-il être dans l'homme? Cela doit être justement le contraire. Et oui, ce que nous poursuivons ici vers l'infini (voir schéma p. 213), nous devons effectivement le poursuivre à rebours dans l'homme. Au lieu que cela s'en aille vers l'infini, et que nous ne puissions effectivement plus le suivre, il nous faut admettre que dans l'homme cela disparaît hors de l'espace. Et de même pour ce qui va du bas vers le haut, nous devons considérer que cela disparaît hors de l'espace. Cela veut dire: La force qui est au sein de la chaleur doit s'exprimer en l'homme d'une manière telle qu'en lui, elle s'échappe de l'espace; et de même, la force structurante sort de l'espace dans l'homme. Cela veut dire que nous devons arriver dans l'homme à un point, où ce qui apparaît spatialement dans le monde extérieur, structuration et propagation de la chaleur, s'échappe hors de l'espace, et où survient l'impossibilité de continuer à saisir mathématiquement ce qui se transforme en devenant non spatial.

Nous voyons ici, à ce que je crois, d'une façon extraordinairement significative, comment tout simplement par une observation objective des phénomènes de la nature, à l'instant où nous arrivons à l'être humain et que nous l'intégrons comme il convient dans l'existence de la nature, nous nous trouvons contraints de sortir de l'espace, exactement de la même façon que nous devons nous représenter l'espace ici (schéma p. 213 ) infini vers le haut et

vers le bas. Lorsque nous en arrivons à l'homme, nous devons sortir de l'espace. Nous ne pouvons pas trouver de symbole qui exprimerait spatialement comment les phénomènes de la nature se rencontrent dans l'homme. Penser correctement la nature signifie que nous devons l'abandonner lorsque nous la pensons en relation avec l'être humain. Sans cela, lorsque nous portons notre regard sur le contenu de la nature en relation avec l'être humain, nous n'atteignons plus du tout l'être humain.

Or, que signifie cela mathématiquement? Admettez que vous considérez cette ligne par laquelle vous poursuivez ici les états de la corporéité vers l'indéterminé, et que vous considérez la série de ses valeurs consécutives comme positive. Vous devez alors considérer ce qui agit à l'intérieur de l'homme, comme négatif, et vous devez, si vous considérez à nouveau cette ligne ici comme positive, considérer ce qui agit à l'intérieur de l'homme, comme négatif. Quant à ce qu'est par ailleurs le positif et le négatif – je crois qu'un de ces jours nous aurons à nous entretenir de «positif et négatif» à l'occasion d'une conférence de l'un de ces messieurs<sup>47</sup> – et à la façon dont nous devons le comprendre, ce qui nous apparaît clairement, c'est que ce qui est essentiel, dans la chaleur, pour autant que cet essentiel de la chaleur appartienne au monde extérieur, cela doit être transposé dans le négatif quand nous le recherchons dans l'être humain; de même que ce qui est essentiel dans la structuration doit être transposé dans le négatif quand nous le recherchons dans l'être humain. De sorte qu'en fait,

ce qui vit en l'homme en tant que représentation se comporte envers ce qui vit dans le monde extérieur en tant que structuration, comme la série des nombres positifs envers la série des nombres négatifs, ou inversement, disons: comme avoirs et dettes, mais ce qui est dettes pour l'un est avoirs pour l'autre, et inversement. Nous parvenons ici à l'idée que ce qui, à l'extérieur dans le monde, est structuration, vit en l'homme en tant qu'élément négatif. Donc, lorsque nous disons: Dehors dans le monde vit un corps quelconque doué de matière, je dois dire : Si je pense sa structuration, alors je dois aussi penser la matière d'une quelconque façon négativement. Car par quoi se caractérise avant tout la matière pour moi, homme? Elle se caractérise par son effet de pression. Si je passe de la matière qui se manifeste à moi par son effet de pression à ma représentation de la structuration, alors on doit avoir le négatif de la pression: l'aspiration. Cela signifie que nous ne pouvons pas penser comme quelque chose de matériel ce qui se produit en l'homme en tant que représentation, si nous symbolisons le matériel par l'effet de pression. Nous devons penser le contraire. Nous devons penser quelque chose d'actif en l'homme, qui est aussi opposé à la matière que le négatif au positif. Il nous faut symboliser ce qui est là actif – si nous symbolisons la matière par de la pression – par de l'aspiration. Lorsque nous quittons la matière, nous parvenons au néant, à l'espace pur. Mais lorsque nous continuons, nous arrivons au « moins que néant », à ce qui aspire la matière, nous passons de la pression à l'aspiration. Et là

nous en sommes à ce qui, en nous, se manifeste en tant que représentation.

Et quand, de l'autre côté, nous considérons les effets caloriques, ils passent de même dans le négatif lorsqu'ils passent en nous. Ils sortent de l'espace. Ils sont, si je puis prolonger cette image, aspirés par nous. Ils deviennent tels qu'ils se présentent dans leur image inverse. Ils ne sont cependant pas devenus autre chose – tout avoir reste un avoir, même s'il constitue une dette pour les autres. Le fait que nous sommes contraints de distinguer la chaleur extérieure, quand elle agit en nous, par rien moins qu'un signe négatif, ne la fait pas devenir autre chose. Mais vous le voyez de nouveau, nous sommes contraints par la force des choses elles-mêmes à ne pas nous représenter les êtres humains de façon matérielle, mais au contraire à présupposer en nous, hommes, quelque chose qui non seulement n'est pas de la matière, mais qui de plus dans tous ses effets se comporte envers la matière comme l'aspiration envers la pression. Et si vous vous représentez dans toute sa pureté notre essence humaine, vous devez vous la représenter comme ce qui continuellement anéanti, aspire la matière.

Le fait que la physique moderne ne développe pas du tout ce concept de la matière négative qui est à la matière extérieure ce qu'est une aspiration à une pression, voilà bien le malheur de cette physique moderne. Ce que nous devons développer c'est ceci: Dès l'instant où il nous faut approcher des phénomènes divers qui se manifestent en l'homme lui-même, il faut donner à nos formules un autre

caractère en introduisant pour les phénomènes volontaires, des grandeurs négatives par rapport à celles des phénomènes caloriques; et pour les phénomènes liés à la représentation, introduire des grandeurs négatives par rapport à celles des forces de structuration.

## ONZIÈME CONFÉRENCE

Stuttgart, 11 mars 1920

Je voudrais maintenant établir en quelque sorte un pont entre les contenus de ce cours et les contenus du cours précédent<sup>48</sup>, car j'en aurai besoin pour nos considérations ultérieures. Nous allons aujourd'hui étudier un peu ce que l'on appelle le spectre de la lumière dans ses rapports avec les effets caloriques et les effets chimiques qui s'offrent à nous par ce spectre. Le plus simple, pour concrétiser ce dont il s'agit, est de réaliser un spectre et d'étudier comment se présente le comportement des différentes parties de ce spectre. Nous voulons donc projeter un spectre en faisant passer la lumière à travers cette fente (la pièce est assombrie, et le spectre est montré par l'expérience.) Vous le voyez, nous avons ici un spectre sur cette plaque. Or, vous pouvez vérifier qu'ici, dans la partie rouge du spectre, nous avons suspendu quelque chose. Et nous allons pouvoir observer quelque chose sur cet instrument. Nous allons maintenant essayer de vous montrer comment, dans la partie rouge du spectre, ce sont plutôt des effets caloriques qui se présentent. Ces effets caloriques, vous pouvez déjà les observer, en voyant comment, sous l'influence du cylindre d'énergie, si je puis m'exprimer ainsi, l'air, ici, se dilate et fait pression, et comment la colonne d'alcool descend d'un côté et s'élève de l'autre<sup>49</sup>. Par cette descente de la colonne d'alcool, il nous est

démontré que c'est essentiellement un effet calorique qui est présent dans cette partie du spectre. Il serait naturellement intéressant de démontrer encore, mais cela ne peut pas se faire aussi vite, comment, si l'on déplace le spectre afin que l'instrument se retrouve dans la partie bleu-violette, l'effet calorique ne se montrerait plus. Cet effet calorique s'observe donc essentiellement dans la partie rouge du spectre. Et maintenant, de même que nous avons prouvé l'apparition de l'effet calorique dans la partie jaune-rouge du spectre par la chute de la colonne d'alcool, nous allons prouver l'apparition de l'effet chimique dans le bleu-violet du spectre, en plaçant ici une substance dans l'espace traversé par la partie bleue-violette du spectre. Vous allez voir que des effets chimiques apparaissent par le fait que, comme vous le savez par les considérations du cours précédent, cette substance va être rendue phosphorescente. Vous voyez donc que dans les faits, il se trouve encore une différence intrinsèque entre la partie du spectre qui se perd d'un côté dans l'indéterminé, et la partie qui se perd de même de l'autre côté. Vous voyez comment la substance est devenue lumineuse sous l'influence de ce qu'on appelle le rayonnement chimique. Nous pouvons encore provoquer aussi l'élimination de la partie médiane du spectre, celle qui est proprement lumineuse. Nous n'y arriverons certes pas complètement, mais nous pourrons cependant éliminer la partie médiane, c'est à dire faire intervenir l'obscurité au lieu de la lumière dans la partie médiane, en versant simplement un peu de

teinture d'iode dans la substance qui est pour nous en l'occurrence du sulfure de carbone dans un prisme. Nous obtenons alors un mélange entre teinture d'iode et sulfure de carbone. Celui-ci s'avère être une substance qui ne laisse pas passer la lumière, et si nous pouvions faire l'expérience complètement, nous ne le pouvons hélas pas, mais seulement indiquer le chemin, nous pourrions tout à fait démontrer qu'apparaissent d'un côté des effets caloriques et de l'autre des effets chimiques, cependant que disparaît la partie proprement lumineuse, la partie médiane du spectre. Si je mettais de l'alun sur le parcours, les effets caloriques cesseraient, et vous verriez que la colonne d'alcool remonterait, car l'alun, la solution d'alun, empêche, je voudrais le dire prudemment, le passage des effets caloriques. L'alun étant sur le parcours, la colonne d'alcool remonterait bientôt vu que l'échauffement n'aurait plus lieu. Nous obtiendrions ici un spectre froid.

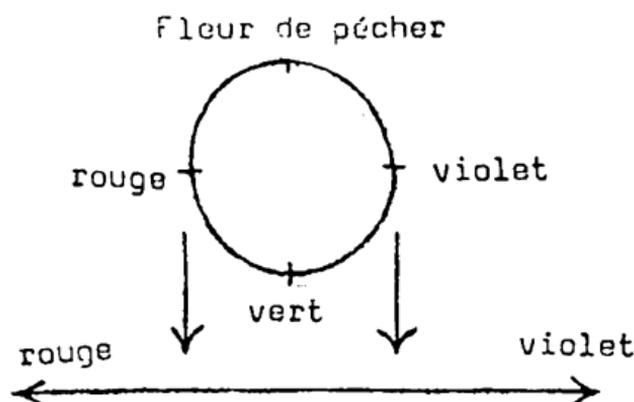
Il serait très intéressant de faire disparaître aussi la partie chimique en disposant, sur le chemin de propagation du spectre, une solution d'aesculine que nous n'avons hélas pas pu nous procurer. Les effets caloriques et lumineux subsistent alors, mais les effets chimiques disparaissent. Nous voulons maintenant placer sur le parcours la solution d'iode et de sulfure de carbone, et la partie médiane du spectre va disparaître. Vous voyez nettement la partie rouge qui pourtant, si l'expérience réussissait complètement, serait absente, vous voyez la partie violette, et rien au milieu. Du fait que nous avons

réalisé en quelque sorte un fragment de l'expérience, nous avons donc réussi à éliminer la partie principale de la lumière, celle du milieu. Si nous faisons l'expérience complètement, ainsi qu'y sont parvenus des expérimentateurs particuliers, comme par exemple Dreher à Halle il y a cinquante ans, nous pourrions aussi éliminer complètement les deux composantes lumineuses et démontrer alors qu'il subsiste une élévation de température, et, de l'autre côté, grâce à la « matière lumineuse », que subsistent les effets du rayonnement chimique. C'est une série d'expériences qui n'a pas encore été menée à son terme, une série d'expériences qui est extraordinairement importante<sup>50</sup>. Elle nous montre comment s'intègre à l'ordonnement du monde ce qui peut être pensé comme agissant dans le spectre.

Dans le cours que j'ai tenu ici lors de mon précédent séjour, j'ai montré comment un puissant aimant<sup>51</sup>, par exemple, agit sur le comportement spectral de façon que par l'action, par la force qui émane de l'aimant, certaines lignes, certaines figures, changent d'elles-mêmes dans le spectre. Et il s'agit maintenant que soit simplement élargi le chemin de pensée qui se relie à cela afin d'y intégrer réellement les processus physiques. Vous savez par nos considérations d'hier, qu'un spectre effectivement complet, c'est-à-dire un rassemblement de toutes les couleurs possibles, donnerait douze couleurs, de sorte que nous obtiendrions en quelque sorte un spectre circulaire au lieu d'un spectre qui s'étend selon une direction de l'espace. Nous au-

rions ici le vert, ici le fleur de pêcher, ici le violet et ici le rouge, et au milieu, les autres nuances de couleur, douze nuances de couleurs pouvant être clairement distinguées les unes des autres (voir dessin : cercle projeté sur la droite).

Le problème est maintenant qu'au sein des conditions terrestres, ce n'est qu'en image qu'il nous est possible de représenter un tel spectre



Lorsque nous représentons un spectre dans le domaine de la vie terrestre, nous ne pouvons le représenter qu'en image, et nous obtenons toujours le spectre bien connu qui se déploie en ligne droite du rouge à travers le vert jusqu'au bleu et au violet. Nous obtenons donc un spectre qui, comme je l'ai déjà souvent dit, peut être tiré de la forme ci-dessus en faisant grandir le cercle de plus en plus, de sorte que le fleur de pêcher disparaît de l'autre côté, que le violet ici s'en va virtuellement à l'infini (à droite), que le rouge ici se présente virtuellement à l'infini (à gauche), cependant que le vert reste au milieu.

Nous pouvons nous poser la question: Comment, à partir de la constellation complète des couleurs, à

partir de la constellation des douze couleurs qui doit être vue comme possible, comment donc surgit ce spectre fragmentaire, ce ruban de couleurs fragmentaire? Admettez comme hypothèse qu'apparaisse ici le cercle complet du spectre. Vous pourriez alors vous représenter qu'y agissent des forces qui font s'agrandir le cercle en l'étirant par ici. Il viendrait donc un moment où cela se déchirerait réellement en haut, et où par l'action de cette force, le cercle serait transformé en une ligne droite c'est-à-dire en une longueur infinie, en une longueur apparemment infinie.

Lorsque dans le domaine de la vie terrestre, nous trouvons ce spectre matérialisé par une droite, nous devons nous demander: Comment cela peut il se produire? Cela ne peut se produire que par le fait que les sept nuances connues sont extirpées de l'ensemble complet que constituent les couleurs. Elles en sont extirpées par des forces qui doivent en quelque sorte être actives à l'intérieur du spectre. Or ces forces, nous les avons effectivement déjà trouvées dans le domaine de l'existence terrestre. Nous les avons trouvées lorsque nous avons évoqué les forces de structuration. Cela est effectivement aussi une structuration: La structure « cercle » a bien été transformée en structure « ligne droite ». C'est une structuration, que nous avons rencontrée ici. Et il est, si je puis dire, tout à fait tangible que quelque part dans le domaine terrestre des forces sont agissantes qui permettent d'abord qu'existe notre spectre, et qui ont une nature telle que, par l'action des forces magnétiques, on puisse influen-

cer l'ordonnement interne du spectre, pour qu'il puisse être modifié. S'il en est ainsi, nous devons alors admettre que dans notre spectre, que nous considérons toujours comme la chose première, des forces puissent être déjà en activité. Nous ne devons donc pas seulement constater dans notre spectre habituel de simples variations de lumière, mais nous devons penser, à l'intérieur de ce spectre, des forces qui finalement rendent nécessaire qu'il soit symbolisé par une ligne droite. Nous voulons relier ce chemin de pensée à un autre qui va se présenter à nous si, comme nous l'avons souvent fait, nous montons encore une fois:

---

Matérialiser, dématérialiser, sombre, clair

---

Raréfier, densifier

---

Liquide

---

Structure solide

---

depuis le solide structuré, par le liquide, jusqu'au densifié-raréfié, c'est-à-dire le gaz, jusqu'à l'essence calorique, et jusqu'à ce que, dans le domaine  $x$ , nous avons nommé « matérialisation et dématérialisation ». Ici se présente à nous un degré supérieur d'une intensification de « densification et raréfaction » au-delà de l'essence calorique, de même que « densification et raréfaction » se présente comme résultant d'une intensification, en quelque sorte comme une liquéfaction de la « structure ». Si la structure elle-même devient fluide, si nous avons dans le gaz une structuration variable, alors il s'agit d'une intensification de la

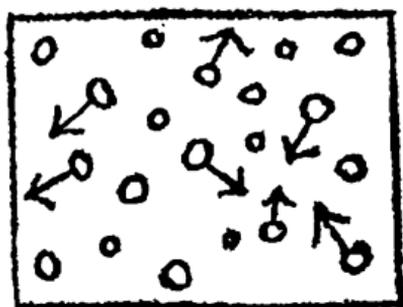
structure fixe. Que se présente-t-il ici (domaine  $x$ )? Il se présente une intensification du « densifier et raréfier ». Retenez bien ceci, que nous pénétrons dans un domaine où se présente une intensification du « raréfier et densifier ».

Que signifie une intensification du « raréfier »? N'est ce pas, lorsque la matière devient de plus en plus raréfiée, alors, s'il s'agit de matière d'une certaine sorte, elle nous fait déjà connaître ce qui est en lutte avec elle, lorsqu'elle se fait de plus en plus raréfiée. Si je vous rendais de plus en plus denses, vous ne laisseriez plus parvenir à moi une lumière qui se trouverait derrière vous. Si je vous rendais de plus en plus raréfiés, vous laisseriez traverser cette lumière. Si je raréfie de plus en plus, il ne m'apparaîtra finalement plus rien d'autre que de la clarté en tant que telle. Ainsi donc ce qu'il me faut comprendre<sup>52</sup> comme encore gisant dans le domaine du matériel, va de plus en plus m'apparaître empiriquement comme la manifestation de la clarté. La dématérialisation va se présenter à moi comme le clair; la matérialisation se présentera toujours à moi comme l'obscur. Il me faut donc au sein des activités cosmiques, comprendre l'éclaircissement comme une intensification de la raréfaction, et l'assombrissement comme une intensification de la densification qui n'est pas encore suffisante pour apparaître comme de la matière, et que ces effets ne sont encore qu'en chemin vers le matériel.

Voyez-vous, je trouve là, au-dessus du domaine de la chaleur, le domaine de la lumière ; le domaine de la chaleur se place maintenant pour moi d'une

façon tout à fait conforme à la nature, à l'intérieur du domaine de la lumière. En effet, si vous pensez au fait que le domaine qui est juste en dessous donne toujours d'une certaine façon une image de celui qui est au-dessus, il vous faudra trouver dans l'essence calorique quelque chose qui serait plus ou moins l'image de l'éclaircissement et de l'assombrissement. Dans l'essence calorique, qui se présente à nous à une extrémité du spectre, nous devons trouver quelque chose qui se présente comme une image de l'éclaircissement et de l'assombrissement. Il nous faudra aussi être clairs sur le fait que les choses ne sont pas seulement telles que nous trouvons toujours la partie supérieure de notre domaine de la réalité dans celle du dessous, mais que l'on trouve également toujours la partie du dessous du domaine de la réalité, dans celle du dessus. Lorsque je dispose d'un corps solide, il peut parfaitement être à l'intérieur du domaine liquide avec sa solidité. Ce qui lui confère sa structuration peut s'élever jusqu'au domaine voisin, dans le non - structuré. Il doit être bien clair que lorsque je veux me confronter dans ma représentation avec des choses réelles, j'ai affaire à la interpénétration réciproque des qualités du réel. Cela prend cependant une forme particulière, en ce qui concerne le domaine de la chaleur. Car par un côté doit agir dans la chaleur la dématérialisation de haut en bas (flèche, voir schéma p. 232), et par l'autre côté, doit agir à l'intérieur de la chaleur, la tendance à la matérialisation.

Voyez-vous, je m'approche de l'essence calorique, lorsque je vois en elle se lever, d'un côté une tension vers la dématérialisation, et de l'autre une tension vers la matérialisation. C'est pourquoi lorsque je veux maintenant saisir l'essence calorique, je ne puis la saisir que dans le fait qu'existe en elle une vie, un tissu vivant se manifestant par le phénomène que la tendance à la matérialisation est partout imprégnée de la tendance à la dématérialisation. Vous remarquez maintenant à quel point est considérable la différence entre cette essence calorique découverte de façon réelle, et l'essence calorique qu'un certain Clausius<sup>53</sup> a figurée dans ce qu'on appelle la théorie mécanique de la chaleur.



Vous trouvez là, quand vous avez un espace fermé, des petites boules atomiques ou moléculaires qui cognent de tous côtés, se bousculent les unes les autres, se cognent aux parois et exécutent des mouvements purement extérieurs et extensifs. Et l'on décrète: La chaleur consiste effectivement en ce mouvement chaotique, en ces collisions chaotiques des particules matérielles entre elles et contre les parois. Il y eût encore une vive querelle à leur sujet pour savoir s'il fallait les considérer comme élastiques ou non élastiques. On ne peut évidemment en

décider que selon que, pour l'un ou l'autre phénomène, c'est la formule de l'élasticité ou celle des corps non élastiques qui s'avère la plus utilisable. C'était donc l'expression d'une conviction reposant purement sur l'espace, sur le mouvement spatial, lorsqu'il fut dit: La chaleur est mouvement. Nous, nous devons dire d'une toute autre façon: La chaleur est mouvement – elle est mouvement, mais mouvement à penser dans le sens intensif, mouvement par lequel, dans toute portion d'espace où se trouve de la chaleur, règne la tendance à engendrer l'existence matérielle et à faire disparaître à nouveau l'existence matérielle. Ce n'est pas étonnant que nous aussi, nous ayons besoin de chaleur dans notre organisme. Nous avons tout simplement besoin de chaleur dans notre organisme afin de conduire continuellement ce qui est pourvu d'étendue spatiale, dans le non-spatial. Lorsque je marche à travers l'espace, ce qu'accomplit ma volonté est « construction de l'espace ». Mais quand je me le représente, il s'agit là de quelque chose qui est complètement en dehors de l'espace. Qu'est-ce qui me rend possible à moi, en tant qu'organisation humaine d'être inséré dans la situation structurelle de la Terre? Lorsque je me déplace sur elle, je modifie la structure d'ensemble de la Terre, je dessine des points noirs à un endroit, je modifie continuellement sa structure. Qu'est-ce qui rend possible que ce que je suis au sein de l'ensemble du contexte de la Terre, et qui se présente comme des effets spatiaux, je puisse le saisir intérieurement de façon non spatiale, comme un observateur, dans mes pensées?

C'est le fait que je mène mon existence au sein du milieu calorique, c'est cela qui permet que des actions matérielles, c'est-à-dire spatiales, se transforment continuellement en actions non matérielles, donc en actions qui n'occupent plus d'espace. J'expérimente donc effectivement en moi ce qu'est en vérité la chaleur: un mouvement intensif, du mouvement qui oscille continuellement entre le domaine des effets de pression et le domaine des effets d'aspiration.



Admettez que vous ayez ici la frontière entre les effets de pression et les effets d'aspiration. Les effets de pression se déroulent dans l'espace, mais les effets d'aspiration ne se déroulent, en tant que tels, pas dans l'espace, ils se déroulent au contraire en dehors de l'espace.

Car mes pensées s'appuient sur les effets d'aspiration, mais ne se déroulent pas dans l'espace. J'ai ici d'un côté de cette ligne, ce qui est non spatial (voir dessin p.237). Et lorsque je me représente ce qui ne se déroule ni dans le domaine

de la pression, dans l'espace, ni dans le domaine de l'aspiration, mais dans le domaine de la frontière entre les deux, alors j'obtiens ce qui se déroule dans le domaine de l'essence calorique: une constante recherche de l'équilibre entre des effets de pression de nature matérielle et des effets d'aspiration de nature spirituelle. Il est très étonnant que certains physiciens ont déjà aujourd'hui buté du nez, si je puis dire, sur ces choses, mais qu'ils n'ont pas voulu les accepter. Planck<sup>54</sup>, le physicien berlinois, l'a une fois exprimé clairement: Si l'on veut accéder à une représentation de ce qui est toujours appelé éther, la première chose qui soit nécessaire, après les connaissances que l'on peut avoir par la physique, c'est qu'on ne se représente pas cet éther comme quelque chose de matériel. C'est une déclaration du physicien berlinois Planck. Il n'est donc pas possible de se représenter l'éther matériellement. Certes, mais ce que nous trouvons ici, au-delà des effets caloriques, et à quoi appartiennent déjà les effets lumineux, nous devons d'autant moins nous le représenter matériellement que nous n'y trouvons plus cette propriété actuelle du matériel qu'est l'effet de pression, mais bien seulement des effets d'aspiration. Cela veut dire que nous sortons du domaine de la matière pondérale pour entrer dans un domaine qui, naturellement, s'affirme partout, mais qui se manifeste comme le contraire du domaine du matériel; que nous ne pouvons nous représenter que par des effets d'aspiration qui sont issus de chaque point de l'espace, tandis que c'est évidemment comme des effets de pression que nous

nous représentons le matériel. Et nous en arrivons là à une saisie directe de l'essence calorique en tant que mouvement intensif, en tant que balancement entre effets d'aspiration et de pression ; mais non pas tels que l'un des côtés, celui des effets d'aspiration serait spatial et l'autre, celui des effets de pression serait aussi spatial, mais bien tels que déjà nous sortions du domaine du matériel, de l'espace tridimensionnel en général lorsque nous voulons saisir la chaleur. A partir de là si le physicien exprime certains effets par des formules, et si ces formules contiennent des forces, alors on se trouve dans le cas où ces forces doivent être introduites avec un signe négatif - quand des forces de pression seront introduites de telle sorte qu'elle puissent se présenter comme des forces d'aspiration, mais qu'on tiendra compte en même temps du fait que dans ce cas, on ne reste pas dans l'espace mais qu'on en sort complètement - alors seulement on pénétrera avec de telles formules dans le domaine des effets lumineux et caloriques ; je veux dire seulement dans la moitié des effets caloriques à proprement parler car dans le domaine de l'essence calorique, nous avons le jeu d'interpénétration des effets d'aspiration et de pression.

Ces choses, mes chers amis, ont l'air aujourd'hui d'être, si je puis dire, passablement théoriques quand on les communique comme ça à un auditoire. Il ne faudrait pourtant jamais oublier qu'une grande partie de notre technique la plus moderne a été édifiée sous l'influence du mode de

pensée matérialiste de la deuxième moitié du XIX<sup>e</sup> siècle qui n'a pas accédé à toutes ces représentations, et que de ce fait, au sein de notre technique, ces représentations ne peuvent pas non plus apparaître. Pourtant, si vous considérez à quel point les représentations unilatérales de la physique se sont avérées fructueuses pour la technique, vous pouvez vous faire une image des conséquences techniques que cela aurait si, en plus des forces de pression qui figurent unilatéralement dans la technique d'aujourd'hui, on utilisait de façon aussi réellement fructueuse ces forces d'aspiration. Car il faut bien voir que les forces d'aspiration spatiales que l'on connaît ne sont aussi que des forces de pression; je veux parler, moi, des forces d'aspiration qui sont qualitativement à l'opposé des forces de pression.

Assurément, il faut évacuer beaucoup de choses qui à présent figurent encore dans la physique. Notamment, il faut réellement évacuer ce concept d'énergie qu'on utilise et qui procède vraiment d'une représentation tout à fait grossière: quand j'ai quelque part de la chaleur, je peux la transformer en travail ainsi que nous l'avons vu grâce à notre dispositif expérimental, de sorte que de la chaleur puisse se transformer en mouvement de va-et-vient d'un corps en forme de piston. Mais nous avons vu en même temps à ce propos qu'il reste toujours de la chaleur, et qu'il n'est réellement possible de transformer qu'une partie de la chaleur disponible, en ce que le physicien appelle du « travail mécanique ». Et nous ne pouvons pas transformer l'autre partie. C'était donc le principe qu'Eduard von

Hartmann a énoncé à partir de cela, qui établissait en tant que deuxième principe le plus important de la physique moderne: Le mouvement perpétuel de deuxième espèce est impossible.

Parmi d'autres physiciens, il y a Mach<sup>55</sup>, par exemple, dont il est beaucoup question dans les nouveaux développements de la physique et qui, sur beaucoup de choses, a vraiment pensé d'une manière très profonde. Mais ses pensées sont toujours telles que l'on voit qu'il est un homme qui, quoi que déjà très perspicace, n'a pu exercer sa perspicacité que sous l'influence d'une éducation purement matérialiste, de sorte que les représentations matérialistes sont toujours sous-jacentes. Mach cherche donc à utiliser et à prolonger avec perspicacité les concepts et les représentations qui sont à sa disposition. Ce qui est caractéristique, avec lui, c'est que là où il est possible, à partir des représentations usuelles de la physique, d'atteindre la frontière où le doute apparaît, il parvient, lui, à décrire ce doute d'une façon très belle. Et c'est là que survient la déception, car il ne fait que s'approcher tout près de la frontière devant laquelle il place le doute. Sa façon de parler est déjà extraordinairement intéressante. Imaginez-vous que vous formuliez, au moment où vous en avez besoin dans des considérations de physique où tout est donc bien palpable, une certaine idée que vous vous êtes faite, dans le style où Mach l'a formulée. Il dit: « Cela n'a pourtant pas de sens<sup>56</sup> que pour une quantité de chaleur que l'on ne peut pas transformer en travail » - nous avons vu que le cas se présente - « on mesure

encore une valeur de travail! C'est pourquoi il semble que le principe de l'énergie, au même titre que toutes les autres conceptions sur la substance, n'a de valeur que dans un domaine limité de la réalité, et qu'au-delà de ces limites, on se plaît à s'illusionner par attachement à une habitude. »

Imaginez-vous: un physicien qui commence à réfléchir sur les phénomènes qui sont devant lui et qui est dans l'obligation de dire: et oui, tels que se déroulent les faits pour moi, il apparaît de la chaleur que je ne puis plus transformer en travail. Cela n'a pourtant pas de sens de se faire une conception de la chaleur comme d'une simple énergie potentielle, comme un travail qui seulement ne serait pas visible. On peut sans doute parler de la transformation de la chaleur en travail à l'intérieur d'un certain domaine de phénomènes; en dehors de ce domaine, ça n'a plus de valeur. Et ce n'est que par attachement à une habitude que l'on dit en général que chaque énergie peut être transformée en une autre, ce qui fait qu'on s'illusionne avec légèreté, par attachement à cette habitude. Il est extraordinairement intéressant d'épingler là la physique en flagrant délit de ce doute qui doit nécessairement survenir lorsqu'on observe, de façon conséquente, ce qui se présente en tant qu'enchaînement de faits. Le chemin n'est-il pas déjà indiqué, par lequel la physique se dépassera elle-même, si les physiciens sont contraints à faire de tels aveux? Car au fond, ce principe de l'énergie, n'est rien d'autre qu'une allégation. On ne peut véritablement plus le soutenir à la lettre comme l'évangile qu'il était pour

Helmholtz et ses contemporains. Il peut exister des domaines dans lesquels il n'est plus permis d'affirmer ce principe de l'énergie.



Voyez-vous, si l'on demandait maintenant: Comment pourrait-on essayer, de manière symbolique – car au fond, quand on commence à faire un dessin, tout devient symbolique – comment pourrait-on essayer de représenter de façon symbolique ce qui se passe là dans le domaine de l'essence calorique? Si vous rassemblez toutes ces représentations que j'ai développées pour vous et par lesquelles j'ai essayé, en restant dans la réalité, de nous élever jusqu'à l'essence calorique, alors vous en viendrez à visualiser cette essence calorique de la façon suivante: représentez-vous qu'ici serait l'espace (bleu), rempli de certaines activités, d'effets de pression; là le « non-spatial » (rouge), rempli d'effets d'aspiration. Si vous vous représentez cela, alors vous obtenez ici un domaine, et avec ce domaine, quelque chose d'autre encore qui toujours s'y engouffre et y disparaît – nous avons seulement pro-

jeté dans l'espace ce qui ne peut être pensé que comme spatial-non-spatial, car la partie rouge doit être pensée non-spatiale. Considérez cet espace (bleu et rouge) comme une image sensible de ce qui est spatial-non-spatial. Figurez-vous donc quelque chose d'intensif qui se manifeste par quelque chose d'extensif, par quelque chose dans quoi surgit continuellement du matériel. Mais tandis que du matériel surgit, il surgit de l'autre côté de l'immatériel, qui s'engouffre dans le matériel et anéantit sa matérialité ; et simultanément nous avons un tourbillon physique-spirituel, qui surgit : nous avons donc un effet de tourbillon dans lequel du physique surgit et est anéanti par du spirituel ; du spirituel surgit, qui se fait déloger par du physique. Ce que nous avons, c'est que le non-spatial s'en vient continuellement jouer dans le spatial ; ce qui est dans l'espace se fait continuellement aspirer par cette entité qui est hors de l'espace.

Ce que je suis en train de vous dépeindre, mes chers amis, il faut, si vous vous le concrétisez, le construire comme un tourbillon. Mais on ne peut voir, dans le tourbillon, qu'une matérialisation extérieure, extensive, de ce qui est intensif. Nous nous sommes approchés, si je puis dire d'une manière figurative, de l'essence calorique. Il nous reste cependant encore à montrer comment agit maintenant cette essence calorique pour que puissent apparaître tous ces phénomènes : la conduction de la chaleur ; ou le fait que le point de fusion d'un alliage soit beaucoup plus bas que celui de chacun des métaux pris séparément ; ou ce que signifie en vérité le fait

que d'un côté du spectre se montrent des effets caloriques, et de l'autre des effets chimiques.

Nous allons devoir rechercher les faits et gestes de la chaleur comme Goethe a recherché les faits et gestes de la lumière<sup>57</sup>, et nous aurons alors à rechercher comment la connaissance de l'essence calorique a des répercussions sur les mathématiques, sur les impondérables de la physique, c'est-à-dire, en d'autres termes: comment doivent être construites des formules mathématiques effectivement réalistes qui pourraient être utilisées, par exemple, en thermique ou en optique<sup>58</sup>.

## DOUZIÈME CONFÉRENCE

Stuttgart, 12 mars 1920

Les expériences que nous avons prévues pour aujourd'hui, nous devons hélas les repousser à demain. Elles seront demain assez avancées pour être montrées comme il le faut si je veux parler de l'ensemble de choses qui doit justement être examiné grâce à elles. Nous allons de ce fait insérer aujourd'hui une réflexion sur ce dont nous avons encore besoin, puis demain, nous ferons notre série d'expériences, afin de conduire après-demain ces considérations à une conclusion provisoire.

J'aimerais tout d'abord vous proposer comme une aide pour l'étude que nous devons poursuivre en direction de l'essence calorique: c'est que j'ai à attirer votre attention sur le fait qu'il y a une certaine difficulté à comprendre ce qu'est effectivement un corps transparent. Je ne parle maintenant pas de la chaleur. Mais vous allez voir, notamment quand nous aurons derrière nous ces expériences, comment, de la lumière, nous tirerons une représentation bienvenue pour la compréhension de l'essence calorique. Je dirais qu'il y a une certaine difficulté à comprendre ce qu'est un corps relativement transparent et ce qu'est un corps non transparent, c'est-à-dire un corps qui se montre en quelque sorte lui-même sous l'effet de la lumière. Je dois énoncer quelque chose un peu autrement qu'on ne l'énonce d'habitude. Le discours de la physique

ordinaire dirait: Un corps non transparent est un corps qui, par une certaine propriété de sa surface, nous renvoie les rayons lumineux qui tombent sur lui et, de ce fait, devient visible en tant que corps. Je ne peux pas choisir cette façon de parler parce qu'elle n'est absolument pas un reflet de la situation mais l'expressions de certaines théories préétablies que nous ne pouvons pas prendre comme allant de soi, un point c'est tout. Car parler de rayons, de rayons lumineux, c'est de la théorie. Je me suis d'ailleurs déjà exprimé à ce sujet dans mon cours précédent<sup>59</sup>. Tout ce que nous rencontrons dans la réalité, ce n'est pas « rayons lumineux », mais « images », et c'est quelque chose qu'il faut fermement retenir. A part cela, nous ne pouvons pas dire d'emblée: Un corps transparent est un corps qui, par la propriété de ses molécules internes laisse passer la lumière à travers lui, et un corps non transparent est un corps qui renvoie la lumière. Car comment y aurait-il une possibilité de confirmer catégoriquement une telle théorie? Et si vous vous rappelez ce que je vous ai présenté ces jours-ci sur les relations entre les domaines de la réalité: corps solides, liquides, gazeux; essence calorique;  $x, y, z$  puis en dessous de la limite des corps solides, le domaine  $U$ , alors vous allez voir que d'une façon ou d'une autre, le domaine de la lumière doit être en rapport avec le domaine de la chaleur et aussi avec le domaine des effets chimiques. De l'autre côté, ce qu'est l'essence véritable du son doit se trouver en rapport, d'une façon ou d'une autre, avec ce qui se présente à nous, j'aimerais dire comme la structure

fluide dans l'essence calorique, dans l'essence aérienne. Car les sons apparaissent à l'occasion de densifications et raréfactions dans les corps de forme gazeuse ou aérienne.

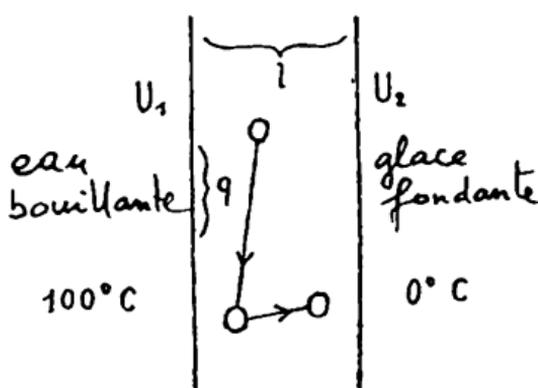
Nous pouvons à priori présumer que quelque part, là où nous avons supposé  $x, y, z$  on peut aussi trouver l'essence de la lumière. Mais la question est de savoir si nous avons aussi à chercher, par exemple l'essence de la transparence de certains corps, là où nous cherchons l'essence de la lumière. Cette essence de la transparence de certains corps n'est pas, de prime abord, à rechercher dans l'essence de la lumière ou même dans la relation de la lumière aux corps solides. Nous avons le domaine  $U$ , et ce domaine doit avoir, dans ses effets, une certaine relation avec les corps solides qui sont à la surface de la Terre. Et nous allons tout d'abord au moins pouvoir poser une question, puis travailler à la réponse à cette question dans le travail que nous pouvons encore faire tant que je suis là: Quelle est l'influence du domaine  $U$  sur les corps solides, et la différence qui se présente à nous entre les corps transparents et les métaux, qui sont habituellement non transparents, ne peut-elle pas exprimer quelque chose de cette influence? C'est de telles questions que nous devons tout d'abord nous occuper. Le chemin vers une réponse à ces questions, nous le trouverons si nous essayons de compléter encore par quelques autres concepts, ce qui s'est donné à nous hier au sujet de l'essence calorique.

Nous avons vu, de façon naturelle au sein du domaine de la physique, les faits qui se présentent

en tant que phénomènes caloriques. On a vu par exemple ceux que l'on a pensés par le concept de conduction de la chaleur et que nous avons présentés. Tout d'abord, on a observé cette sorte d'épanchement de la chaleur lors de la conduction, c'est-à-dire lors de l'écoulement de l'état de chaleur soit à travers un corps, soit à travers le point de contact entre deux ou plusieurs corps qui se touchent. On s'est représenté cet écoulement de la chaleur comme si nous avions là un liquide quelconque, indéterminé, qui ne serait tout d'abord qu'une image de l'écoulement de la chaleur, de l'état de chaleur. Et nous pouvons maintenant nous raccrocher à ce que demande l'observation extérieure: De même que, comme la nature nous le présente, l'eau s'écoule d'une certaine façon dans un ruisseau, c'est-à-dire se trouve plus tard à un point plus éloigné qu'auparavant, de même peut-on suivre l'écoulement de la chaleur d'un point à un autre quand se produit ce qu'on appelle conduction de la chaleur. Les hommes les plus divers se sont fait des pensées sur cet écoulement de l'état de chaleur au sens de conduction de la chaleur. Des représentations assez claires de Fourier<sup>60</sup> touchent à cela, et nous pourrions aussi partir de certaines autres ; mais nous voulons nous raccrocher à celles-ci et voir alors comment nous pouvons faire accorder ces représentations aux connaissances que nous avons déjà acquises.

Vous pouvez maintenant vous représenter ceci: nous sommes en face d'un corps fermé, un métal quelconque, qui serait limité ici précisément par un

plan, et ici, pareillement par un plan. Vers le haut et vers le bas, nous pouvons le penser comme se prolongeant dans l'indéterminé. En plongeant cette face du métal dans l'eau bouillante, nous cherchons à la maintenir à une température  $U_1$ , qui pourrait être dans ce cas d'environ  $100^{\circ}\text{C}$ , et nous essayons de maintenir l'autre face en contact avec la glace fondante afin d'y avoir une température  $U_2$ , qui dans ce cas serait de  $0^{\circ}\text{C}$ .



Si vous portez un regard d'ensemble sur la situation, vous voyez que nous avons affaire à une différence: ici  $U_1$ , ici  $U_2$ ;  $U_1 - U_2$  nous donne une différence de température (voir schéma). De cette différence de température dépendra la façon dont se passe la conduction de chaleur. Car il va de soi que si la différence de température est grande, la conduction de chaleur se passera autrement que si la différence de température est petite. Je n'utilise pas une grosse quantité de chaleur si cette différence de température est petite, mais j'utilise une plus grosse quantité de chaleur pour obtenir le même effet, si

cette différence est grande, de sorte qu'il me faut dire: La quantité de chaleur que j'utilise pour atteindre un certain effet va dépendre de cette différence de température  $U_1 - U_2$ . Or, elle ne va pas dépendre seulement de cette différence  $U_1 - U_2$ , mais aussi, de la longueur  $l$  du corps; la quantité de chaleur à utiliser pour obtenir un certain effet sera plus petite si cette longueur est grande, et plus grande si cette longueur est petite. Cela veut dire que la quantité de chaleur dépend de  $l$  dans le rapport inverse. Je vais pouvoir calculer, pour une certaine section que je désigne, disons par  $s$ , la quantité de chaleur que j'utilise pour obtenir un certain effet de conduction de chaleur. Plus cette section sera grande, plus j'utiliserai de chaleur, plus cette section sera petite et moins j'en utiliserai. Donc,  $s$  est en rapport direct, et je devrai multiplier par ce nombre. Et enfin, tout cela va dépendre du temps. Je devrai multiplier par le temps<sup>61</sup>. Mais bien entendu, vu que toutes ces grandeurs ne me donnent pas la chaleur, je dois multiplier par quelque chose en quoi la chaleur se trouve déjà, car tout cela, ce n'est pas la chaleur; donc je multiplie par une constante  $c$  qui représente la mesure de chaleur; et j'obtiens ma quantité de chaleur  $c$ . Cette quantité de chaleur  $c$  est donc dépendante en rapport direct de  $U_1 - U_2$  et des autres facteurs, et en rapport inverse de  $l$ . Vous le voyez, si vous comparez dans cette corrélation tous les autres facteurs avec  $U_1$  et  $U_2$  dans ce qui s'écoule effectivement, on a affaire non pas directement à un état de chaleur ou à quelque chose qui se rapporte à la

chaleur, mais à un gradient de chaleur, à une différence de niveau. Cela je vous prie de toujours bien le voir. De même qu'on a affaire à une différence de niveau lorsque, grâce à une écluse, on fait tomber de l'eau depuis le haut, ce qui met en mouvement une roue à aubes, et que la force motrice qui se développe dépend de la différence de niveau que l'on doit prendre en compte, de même, ici a-t-on affaire à un gradient, ce que nous devons particulièrement bien avoir en vue.

Et maintenant, si nous voulons nous approcher encore de l'essence calorique, il va s'agir pour nous de suivre encore une autre considération de Fourier afin qu'en rectifiant en quelque sorte ces représentations usuelles nous progressions dans nos réflexions d'une manière plus conforme à la réalité que ne l'ont fait les physiciens des XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> siècles. J'ai maintenant juste pris en considération ce qui se produit lors de la conduction de la chaleur d'une extrémité d'un corps à l'autre, mais j'admets qu'à l'intérieur du corps lui-même, il y a quelque chose qui se passe. Je demande alors: Si par hypothèse, la chose était telle que la progression de la chaleur ne se fasse pas simplement régulièrement de gauche à droite, mais de façon intérieurement irrégulière, comment devrais-je appliquer ces formules à ces irrégularités internes? Si donc il y avait des irrégularités dans la répartition de la chaleur, si la chaleur était conduite d'ici à ici et ainsi de suite (voir le dessin des trajets à l'intérieur du métal sur le schéma p.250) alors je devrais prendre en compte d'une façon ou d'une autre cette conduction interne

de la chaleur. Je devrais prendre en compte ce qui se manifeste là comme variations de ces différences, je devrais donc prendre en compte ce qui se passe dans ces équilibrages des effets de température au sein du corps lui-même. Comme vous le voyez facilement, ma formule en serait modifiée.

Je devrais dire tout d'abord:

$$w = \frac{U_1 - U_2}{l} \cdot t \cdot c \cdot s$$

Mais maintenant, je n'ai plus affaire à la longueur  $l$ , qui est ici, mais j'ai affaire à de petits segments. Et je veux prendre en compte ce qui se passe justement sur ces petits segments de la même façon qu'on le fait sur le grand espacement par le facteur

$$\frac{U_1 - U_2}{L}$$

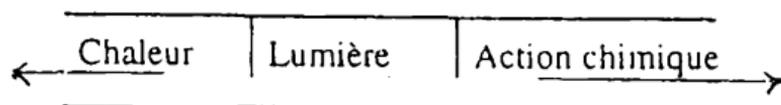
Il s'agit donc de considérer cela à l'intérieur pour de petits segments  $dx$ . Si je fais cela, ce quotient final va simplement se transformer en  $\frac{du}{dx}$

dans lequel  $du$  doit être la petite avancée de l'état de chaleur. Et je considère cela pour un temps donné très court, je dois donc multiplier encore par  $dt$  – je pourrais aussi tout d'abord laisser tomber  $dt$  si je faisais abstraction du temps. Ainsi aurions-nous dans ce  $c$  l'expression du quantum de chaleur qui en

chaque point, comme cela se donne de la chose elle-même, devrait être utilisé par le travail intérieur de la chaleur pour suivre de tous les côtés les indispensables chutes de température, pour équilibrer le gradient de température. Vous devez avoir en vue que cette formule exprimerait les effets qui surviennent du fait du gradient de température à l'intérieur des corps.

$$w = c \cdot s \cdot \frac{du}{dx} \cdot dt \quad (1)$$

En relation avec cela, je vous prie maintenant de considérer ce que nous nous sommes mis représenté hier à titre indicatif, et qui nous deviendra tout à fait clair demain, quand nous aurons les préparatifs expérimentaux appropriés. Je peux cependant déjà aujourd'hui mentionner que ce qui doit se présenter, c'est la façon dont apparaissent les rapports entre l'échauffement, l'éclairement et l'effet chimique dans le spectre. Je vous ai déjà rendu attentifs à cela hier. Lorsque j'ai un spectre terrestre habituel, j'ai au milieu les effets lumineux



proprement dits, et d'un côté, les effets caloriques, et de l'autre côté, les effets chimiques. Et voici, maintenant ce dont il s'agit: Nous avons vu que quand nous voulons projeter une image de ce spectre, qui doit contenir les effets lumineux, caloriques

et chimiques, nous ne pouvons en fait pas le faire sur une ligne droite. Nous devons ici à gauche sortir (hors du plan vers l'avant), si nous traçons ainsi la droite pour la lumière (horizontalement), afin de trouver pour la chaleur le symbole correspondant. Pour les effets chimiques, nous devons aller par là (hors du plan vers l'arrière). Cela pourrait aussi être le contraire, mais nous voulons tout d'abord le prendre comme cela.



Donc, nous n'avons aucune possibilité de rester à l'intérieur de ce plan si nous voulons saisir la chaleur par un symbole; nous n'avons aucune possibilité de rester dans le plan si nous voulons saisir les effets chimiques par un symbole. Il nous faut sortir du plan. Et pour rassembler tout cela, nous voulons nous mettre bien au clair: Lorsqu'une quelconque quantité de chaleur agit là à l'intérieur d'un corps, comment devons nous donc effectivement la désigner et l'exprimer à l'aide de cette formule? Comment devrions nous désigner cela, si nous avons un quantum qui pourrait établir un lien quantitatif avec la chimie? Nous n'en viendrions pas à bout si nous n'introduisions pas quelque part une notation qui indique que, cependant que nous devons sortir avec la chaleur, nous devons, avec les effets chimiques, aller vers le dedans. Nous n'en

viendrons pas à bout si nous n'envisageons pas cela. Si nous prenons ici ce  $w$  comme une grandeur positive – nous pourrions aussi la prendre comme négative –, alors nous avons le droit, si nous en venons à rechercher la partie correspondante des effets chimiques, de la désigner ni plus ni moins que par l'expression correspondante:

$$w = - c \cdot s \cdot \frac{d u}{d x} \cdot d t \quad (2)$$

voilà qui correspond aux effets chimiques.

Et ceci :

$$w = + c \cdot s \cdot \frac{d u}{d x} \cdot d t$$

correspond aux effets caloriques.

En fait, ces considérations nous montrent déjà qu'on ne peut pas comme cela, sans façon, choisir les quantités quand nous voulons créer des formules si, dans ces formules, nous voulons exprimer que nous avons affaire à un champ d'observation (ou à un champ d'action) où apparaissent simultanément la chaleur et les effets chimiques. Déjà dans une combustion ordinaire, où nous voulons mettre en rapport ce qui se passe chimiquement et l'effet calorique, nous devons, si nous travaillons avec des formules, introduire négativement les effets chimiques qui correspondent à tout ce que nous introduisons pour les effets caloriques.

Mettez maintenant à profit vos réflexions, et regardez: la chaleur s'incurve en quelque sorte vers le dehors, les effets chimiques s'incurvent vers le dedans (schéma p.255), ne reste alors effectivement plus, dans le plan, que ce qui se trouve dans la lumière. Mais si maintenant vous vous êtes réservé le signe + pour la chaleur, le signe - pour les effets chimiques, vous n'allez plus vous en sortir, pour les effets lumineux, avec quelque chose de positif ou de négatif. Tout ce que vous presentez seulement, ce qui n'est pas encore clair aujourd'hui, le rapport des nombres positifs et négatifs avec les nombres imaginaires, vous devez l'appliquer aux effets lumineux, et vous devez dire, si vous avez affaire à des effets lumineux:

$$w = \sqrt{-1} \cdot c \cdot s \cdot \frac{du}{dx} \cdot dt. \quad (3)$$

Cela veut dire que vous devez calculer ici avec des nombres imaginaires, avec des relations mathématiques de nombres imaginaires, afin de pouvoir aller chercher les rapports réels entre les effets lumineux, caloriques et chimiques qui se trouvent dans un champ d'expérimentation commun.

Mais nous nous sommes dit: ce ruban spectral que nous formons dans le domaine terrestre, n'est au fond que le cercle spectral brisé et ouvert, et le spectre complet aurait en haut le fleur de pêcher. Si par des forces puissantes, vous reformiez le ruban spectral en un cercle, vous obtiendriez en haut la refermeture de ce qui apparemment s'en va vers l'infini à gauche et à droite. Or, cette refermeture,

vous pouvez vous imaginer que vous ne pourrez pas l'obtenir simplement par un cercle. Car si l'on s'en va par la chaleur, on sort en même temps, et l'on va par là-bas (vers l'avant); mais si l'on s'en va par les effets chimiques, on va de l'autre côté (vers l'arrière). Vous êtes maintenant arrivés dans la situation suivante: Premièrement par un côté, aller apparemment vers l'infini, et deuxièmement, par l'autre côté, aller apparemment vers l'infini. Vous n'avez pas seulement la tâche inconfortable d'aller par là comme sur une droite (de gauche à droite) pour rechercher le point éloigné à l'infini et revenir de l'autre côté, si ce point éloigné à l'infini (à droite) est le même que l'autre (à gauche) – là au moins, vous resteriez dans un plan. Maintenant, en effet, vous déviez, vous partez par ici (à gauche vers l'avant) et vous allez par là-bas (à droite vers l'arrière) et vous ne pouvez pas revenir si vous ne supposez pas que des deux côtés l'infini vous conduit au même point. Vous partez donc de telle sorte que non seulement vous vous promenez vers l'infini en direction d'un côté, mais que vous allez aussi vous promener à l'infini ici vers le haut<sup>63</sup> (dessin du bas. p.1254, flèche de gauche qui signifie spatialement en avant) et qu'il vous faut donc revenir de deux infinis (ce qui correspond à l'horizontale et à la direction de la flèche). Vous empruntez ainsi un chemin doublement compliqué. Vous ne pourriez donc trouver ici le fleur de pêcher qu'à la condition de ne pas seulement incurver les chemins l'un vers l'autre, mais de les recourber en plus, en direction de l'un et de l'autre côté.

Figurez-vous que vous manipulez le ruban coloré avec un électro-aimant, vous devriez donc en plus faire pivoter cet électro-aimant. Tout ceci vous conduit donc à dire que ce que vous trouveriez là, avec toutes ces caractéristiques, vous ne pourriez plus l'exprimer. Là il vous faudrait appeler à votre secours ce à quoi nous avons été rendus attentifs hier dans la discussion<sup>64</sup>: le nombre superimaginaire<sup>65</sup>.

Peut-être alors vous souvient-il que nous avons pu remarquer ici que ces nombres sont controversés, que mathématiquement, on n'en vient pas vraiment à bout, que, pour ainsi dire, on ne peut pas les mettre par écrit de façon claire. Il y a des mathématiciens qui mettent de toute façon en doute que l'on ait le droit de parler de ces nombres superimaginaires. Ici, la physique elle-même ne conduit certes pas à une formulation ordinaire des nombres superimaginaires, mais le postulat de ces nombres nous conduit à percevoir qu'il est besoin de tels nombres si l'on veut exprimer par des formules ce qui se produit de prime abord dans le champ du chimisme, du lumineux et du calorique, et ce qui s'y ajoute encore quand nous en sortons et que nous revenons par le haut. Quiconque a une sensibilité pour cela, rencontre ici quelque chose de hautement singulier. Il trouve une chose dont je crois que si on la pénètre par une pensée bien claire, on en tire finalement un éclairage pertinent sur les phénomènes physiques. Ce que je pense, c'est qu'on a les mêmes difficultés lorsque, dans les sciences de la nature, on observe l'inorganique et que l'on passe, des concepts que

l'on se construit dans le champ de l'inorganique, à la tentative de saisir le vivant. Cela ne marche pas avec les représentations inorganiques. Cela ne marche pas. Cela se révèle par le fait qu'il y a des penseurs qui disent: L'organique terrestre doit être issu, par une sorte de génération originelle, de l'inorganique. Mais il est impossible, avec cette conception, de relier à priori quoi que ce soit de réel. D'autres penseurs, comme Preyer<sup>66</sup> ou d'autres du même genre, font venir tout l'inorganique de l'organique, ce en quoi ils s'approchent déjà beaucoup plus de la vérité. Ils se représentent la Terre comme étant à l'origine un corps vivant, et ils pensent que ce qui est aujourd'hui inorganique serait comme issu d'une séparation, quelque chose de mort qui se serait détaché de l'organique. Mais ces gens non plus ne parviennent pas à dépasser une image ordinaire. Les mêmes difficultés que l'on rencontre avec des concepts ayant purement trait à la nature, on les trouve au sein de la mathématique elle-même lorsqu'on veut essayer, avec des formules qui conviennent à ce qui se laisse saisir dans les domaines de la chaleur, de la lumière et de la chimie, de passer à ce qui se trouve quelque part là où le ruban des couleurs se refermerait d'une façon conforme à la nature – nous devons bien sûr pré-supposer que ce ruban des couleurs va se refermer quelque part: En tout cas, ce n'est pas dans le domaine terrestre qu'il se refermera. Nous nous trouvons devant la nécessité de remarquer la façon dont la mathématique, du fait de ses propres considérations, se place devant le problème de la vie. Elle

peut avec ce dont on dispose aujourd'hui, venir à bout de ce qui se donne dans la lumière, la chaleur, la chimie, mais elle ne peut venir à bout de ce que nous trouvons manifestement lié à la fermeture du spectre, laquelle en effet ne peut pas être exprimée par des formules du même genre.

Dans un premier temps, nous nous en tirons par le fait que nous utilisons tout simplement une terminologie. Mais comme vous le voyez, nous arrivons dès maintenant à des représentations assez concrètes avec cette terminologie. Nous disions: Il y a à la base quelque chose de réel, quand nous utilisons des formules comme celle-ci pour  $w$ . Nous parlons là d'éther de chaleur; il y a à la base quelque chose de réel lorsque nous avons à utiliser cette formule (2), dans laquelle ce qui est positif dans la formule (1) doit apparaître négativement, et que nous parlons là d'éther chimique; nous parlons d'éther de lumière lorsque nous avons besoin de passer aux imaginaires dans nos formules; et nous parlons effectivement d'éther de vie quand nous avons besoin d'utiliser des formules dont nous ne disposons en réalité pas encore, sur lesquelles nous ne sommes pas au clair, sur lesquelles nous sommes aussi peu au clair en mathématique que les chercheurs en sciences naturelles le sont à propos de la vie.

Vous voyez ici un parallélisme très intéressant entre le cheminement du penser au sein de la mathématique, et le cheminement du penser au sein des sciences de la nature elles-mêmes, duquel il ressort qu'il ne peut s'agir d'une difficulté objective, mais

qu'il doit bien s'agir d'une difficulté subjective. Car c'est indépendamment de la recherche dans les sciences de la nature que s'est ouvert, dans le domaine des mathématiques pures, le même chemin de pensée ; et pourtant personne ne considérera qu'à partir de telles considérations, il pourrait tenir une belle conférence stylisée sur les frontières inhérentes à la connaissance mathématique, comme Du Bois Reymond<sup>67</sup> l'a fait à propos des frontières de la connaissance de la nature. En tout cas on ne le pourrait pas avec le même genre de conclusion. Au sein de la mathématique, il doit être possible, quand les concepts et les formulations ne nous échappent pas du fait de leur complication, si on veut les saisir dans le domaine de la mathématique pure, il doit être possible d'atteindre des formulations permettant de conclure. La difficulté évoquée ne peut pas être autre chose qu'une conséquence de notre imperfection relative, et on ne peut pas en tirer la conclusion qu'il s'agirait de réelles limites de la connaissance humaine. Il est très important de regarder cela bien à fond. Car ainsi se montre tout d'abord que l'utilisation simpliste des mathématiques ne convient pas quand on veut saisir la réalité en physique. En effet nous ne pouvons pas simplement dire, comme le font les énergéticiens: une certaine quantité de chaleur se transforme en un quantum d'énergie chimique et inversement. Cela, nous n'avons pas le droit de le dire, mais par contre, quand il se produit quelque chose de semblable, se donne la nécessité d'introduire d'autres valeurs numériques. Il est nécessaire alors de ne pas voir

l'important dans le fait que l'une des énergies suscite l'autre de façon mécanique, mais cette réelle transformation qualitative, ce qui se laisse déjà saisir par le nombre quand l'une des énergies se transforme en l'autre, comme on dit.

Si l'on s'était rendu attentif à cette transformation qualitative d'une sorte d'énergie en une autre, que l'on peut déjà appréhender par les nombres eux-mêmes, alors on n'aurait pas été acculé à cette représentation qui dit: C'est comme ça, fortuitement, que la chaleur est justement ce que nous ressentons comme de la chaleur, que le travail mécanique est ce que nous ressentons comme tel, que l'énergie chimique est ce qui se montre dans les processus chimiques; fondamentalement, tout ça, c'est pareil. Un mouvement mécanique s'accomplit. La chaleur aussi n'est rien d'autre que cela. A cet entrechoquement, cette interpénétration des molécules ou des atomes sur les parois etc., à cette recherche d'une unification abstraite de toutes les énergies qui se ramèneraient à un mouvement mécanique, jamais on n'y serait arrivé si on avait vu que tout de suite, lorsqu'on pose des calculs, il est indispensable de prendre en considération les différences qualitatives des énergies. C'est pourquoi il est intéressant qu'Eduard von Hartmann, lorsqu'il considéra d'un point de vue philosophique l'enseignement sur la chaleur, éprouva le besoin de trouver pour la physique des définitions qui fassent abstraction de tout élément qualitatif. Ainsi, naturellement, peut-on ne trouver dans la physique qu'une claire mathématique. Et mis à part les cas

où quelque chose se donne pour négatif du fait de pures relations mathématiques, les physiciens n'aiment pas calculer pour la physique elle-même avec de telles différences de qualité de nombres. Ils calculent avec positif et négatif, mais ce sont des choses qui résultent purement de rapports mathématiques. Jamais, dans l'enseignement habituel sur l'énergie, on ne trouverait justifié que, du fait qu'une énergie est de la chaleur et une autre de l'énergie chimique, l'une soit exprimée avec un signe positif et l'autre avec un signe négatif.

## TREIZIÈME CONFÉRENCE

Stuttgart, 13 mars 1920

Ce que j'avais déjà projeté hier peut être réalisé en premier lieu, car cela va pouvoir nous amener à une conclusion provisoire des considérations qui sont les nôtres. J'essaierai encore demain d'amener à son terme la série entière des considérations que nous avons commencée ici pendant mon séjour actuel. Nous allons maintenant vérifier que dans les faits, et de façon extrêmement significative, à l'intérieur de ce que nous appelons le spectre solaire ou le spectre lumineux habituel, s'entrelacent des effets caloriques, des effets lumineux et des effets chimiques. Et nous avons déjà vu hier que, sous certains rapports, doivent encore s'entrelacer avec ces effets, les effets vitaux, mais que nous n'avons aucune possibilité de capter les effets vitaux dans notre champ d'expérience comme on le fait avec les effets chimiques, lumineux et caloriques. En effet, il n'y a à priori pas de dispositif expérimental simple qui puisse réellement montrer dans son activité le spectre en douze parties. Nous le réservons à cet institut de recherche qui viendra se placer dans le cercle de nos entreprises afin que, si je puis dire, certaines recherches ne soient pas simplement closes, mais qu'elles soient aussi bouclées.

Et je voudrais attirer votre attention encore sur quelque chose: lorsque, en admettant hypothétiquement les effets vitaux, nous suivons au sein de nos

dispositifs expérimentaux, même s'ils ne sont que pensés, l'entrelacement les uns dans les autres des effets vitaux, caloriques, lumineux et chimiques, il nous manque dans tout cela un domaine important qui s'impose pour ainsi dire plus physiquement que le domaine des effets précités: il nous manque les effets acoustiques qui se manifestent à nous de façon remarquable, en tout premier lieu par l'air mis en mouvement, c'est-à-dire par un corps gazeux ou aérien mis en mouvement. Et surgit alors la question importante, fondamentale: Comment venons-nous d'un côté aux effets vitaux, alors qu'ils sont annoncés dans le spectre calorique, lumineux, chimique, et comment venons-nous, de l'autre côté, aux effets acoustiques? Telle est la question qui se présente de nouveau à nous, simplement du fait d'un tour d'horizon sur les phénomènes, et grâce à laquelle nous allons pouvoir nous instruire dans le sens d'une conception du monde goethéenne et physique, comme nous l'avons fait jusqu'ici, sur laquelle nous n'avons pas le droit de théoriser hypothétiquement.

Maintenant, nous voulons montrer tout d'abord ceci<sup>68</sup>: Lorsque nous interposons une solution d'alun sur le parcours du cylindre de lumière que nous faisons passer à travers un prisme afin de faire apparaître le spectre, nous en extrayons les effets caloriques. Nous laissons d'abord monter le thermomètre par la vertu de l'effet calorique que renferme le corps du spectre. Si nous plaçons l'alun sur le parcours du corps du spectre, nous devons pouvoir observer une rechute de la colonne du

thermomètre, puisque l'alun élimine l'effet calorique. (Le thermomètre, qui était auparavant monté très vite, s'élève considérablement plus lentement). La preuve est donc déjà fournie par le fait que le thermomètre monte plus lentement. Ainsi, la solution d'alun évacue l'effet calorique dans le spectre. Nous pouvons considérer que la preuve en a été donnée. L'expérience a été faite un nombre incalculable de fois et elle est bien connue.

La deuxième chose que nous allons faire maintenant consiste à interposer une solution d'iode dans le sulfure de carbone sur le parcours du cône lumineux. Vous allez voir que de ce fait la partie médiane du spectre est complètement éteinte. L'autre partie en est sensiblement affaiblie. Or vous savez bien d'après les études que nous avons faites dans le cours précédent, que la partie médiane représente essentiellement les effets lumineux. Par la solution d'iode dans le sulfure de carbone, la lumière est autant retenue que l'était la chaleur par la solution d'alun. A présent, le thermomètre monte de nouveau rapidement puisque l'effet calorique est à nouveau là.

La troisième chose que nous voulons faire, c'est interposer une solution d'aesculine sur le trajet du cylindre lumineux. Celle-ci a la particularité de supprimer les effets chimiques, de sorte que dans l'activité du spectre, les effets chimiques restent absents.

Nous pouvons donc manipuler ainsi le spectre de sorte que nous en excluons:

- par la solution d'alun, la partie chaleur;

- par la solution d'iode dans le sulfure de carbone, la partie lumière;

- par la solution d'aesculine, la partie chimique.

Pour les effets chimiques, nous en ferons le constat du fait que si la partie chimique est présente, la phosphorescence du corps phosphorescent se manifestera. Si vous assombrissez encore avec la main, vous allez voir que le corps est bien phosphorescent. Maintenant, on va stopper sa phosphorescence par la chaleur. Et nous allons alors le réintroduire dans le spectre, mais en intercalant la solution d'aesculine dans le cylindre de lumière. Cette activité est très fine. On ne voit aucune phosphorescence.

Représentons-nous maintenant que nous avons tout d'abord le domaine de la chaleur, le domaine de la lumière, le domaine des effets chimiques. De toutes les considérations que nous avons exposées, vous pouvez déjà au moins déduire avec une relative assurance qu'il doit bien y avoir, entre ces domaines, une relation analogue, un rapport analogue à celui qui existe entre ce que j'ai désigné les jours précédents par domaine  $x$ , domaine  $y$  et domaine  $z$ . Et justement, nous voulons tenter de plus d'identifier ces deux séries de domaines.

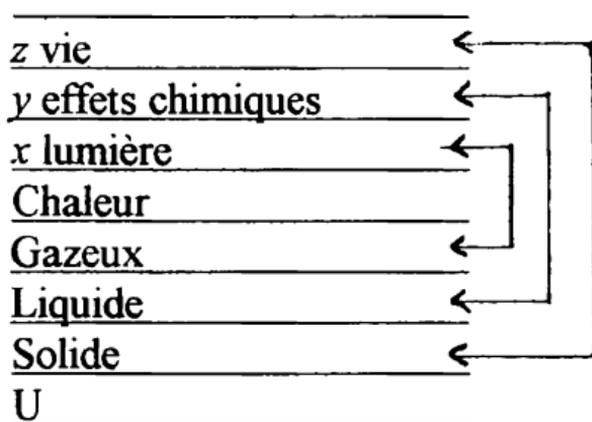
Avant toute chose, considérons le point suivant: Il nous est clair que si nous avons ici le domaine de la chaleur et ici nos domaines  $x$ -,  $y$ -, et  $z$ -, alors nous avons aussi le domaine des gaz, le domaine des liquides, le domaine des corps solides, et ici ce domaine  $U$  dont nous avons parlé (voir schéma p. 271).

Maintenant il vous suffit, tout en restant dans le domaine des purs phénomènes, de vous représenter que nous pouvons observer entre les effets caloriques et ce qui se passe dans n'importe quelle masse gazeuse, une interrelation très mobile. Nous avons pu observer que sous un certain rapport, le gaz imite dans ses manifestations matérielles, ce que fait la chaleur. Nous pouvons directement, dans ce que fait le gaz, trouver l'expression matérielle de ce que fait la chaleur. Si nous nous représentons, avec des pensées suffisamment réelles ce qui se produit dans l'interrelation entre chaleur et gaz, au point que nous ayons une pensée claire au sujet de cette corrélation des effets caloriques et des effets matériels dans le domaine gazeux, alors nous pourrions trouver par l'intuition la différence entre le domaine  $x$  et le domaine du gaz. Il nous suffit de bien réfléchir à ce que nous voyons d'innombrables fois dans la vie: Le fait que ce que nous appelons lumière ne se comporte pas, envers un gaz, comme la chaleur. Le gaz n'imité pas ce que fait la lumière. Quand la lumière se propage, le gaz ne la suit pas et il n'en résulte pas pour lui une plus grande tension, et autres choses de ce genre.

Donc, quand la lumière vit dans le gaz, il s'agit d'une relation tout autre que dans le cas où la chaleur vit dans le gaz. Et nous avons pu dire, dans les considérations précédentes: Le liquide est entre le gaz et le solide, la chaleur est entre le domaine du gaz et du  $x$ ; et également: le domaine solide donne les images du domaine liquide, le domaine liquide les images du domaine gazeux, le domaine gazeux

les images du domaine calorique. Ainsi de la même façon, pouvons-nous dire maintenant: Notre  $x$  peut être reflété dans la chaleur, et la chaleur à son tour est reflétée dans le domaine gazeux. Nous avons donc pour ainsi dire dans le domaine gazeux les images des images du domaine  $x$ . Réfléchissez bien au fait que ces images des images sont effectivement présentes lorsque la lumière traverse l'air. Dans la façon dont l'air se comporte avec ses différentes manifestations envers la lumière, on n'a pas affaire à un reflet direct, mais bien à un comportement effectivement autonome de la lumière dans l'air, dans le gaz, à un comportement tellement autonome que nous pouvons réellement le comparer à la chose suivante: nous voulons peindre un paysage quelconque sur un tableau, suspendre le tableau dans la pièce et photographier la pièce. Lorsque je photographie la pièce, sa configuration entière sera un peu différente selon que je modifie quelque chose à l'intérieur. Si j'avais l'habitude, lors de ces conférences, de m'asseoir toujours sur cette chaise, et que pendant la conférence, quelqu'un de malveillant la change de place sans que je le remarque, alors je risquerais de faire ce qui se passe parfois effectivement dans la vie: de m'asseoir par terre. Le rapport des objets entre eux dans la pièce se trouve réellement modifié du fait que quelque chose change dans la pièce. Lorsque je suspends le tableau à une place puis à une autre, les rapports des formes du tableau entre elles, ne sont, eux, pas modifiés. Les rapports qui sont figurés dans le tableau sont indépendants des modifications

qui surviennent dans la pièce. Ainsi mes expériences avec la lumière restent indépendantes, dans n'importe quel espace rempli d'air. Mes expériences caloriques ne restent pas indépendantes dans l'espace, et vous avez pu directement vous en convaincre quand vous avez été rendu attentifs au fait que la pièce entière devenait chaude. Mais mes expériences avec la lumière, elles, je peux les présenter dans leur essence propre, je peux les abstraire de cela, de telle sorte que dans les faits, justement, quand je fais des expériences avec  $x$  dans l'espace rempli d'air, j'en tire les mêmes relations que lorsque je fais des expériences sur la lumière.



Je peux identifier  $x$  et la lumière. Et si vous poursuivez ce chemin de pensée, vous identifierez  $y$  avec les effets chimiques. Et  $z$ , il vous faudra l'identifier avec les effets vitaux. Pourtant, comme vous le voyez, il y a des relations d'une certaine indépendance entre le domaine de la lumière et le domaine du gaz. Cette même relation, on la trouve quand on continue ce chemin de pensée, si l'on cherche les effets chimiques dans le liquide – vous pouvez le

faire vous-mêmes, cela nous conduirait trop loin aujourd'hui. Dans la pratique, effectivement, pour provoquer des effets chimiques, nous utilisons toujours des dissolutions. Et là les effets chimiques se comportent exactement comme la lumière dans l'air. Il nous faudrait précisément mettre en relation ce  $z$  avec le solide, c'est-à-dire que si je désigne ce domaine par  $z$  (voir schéma p. 271), celui-ci par  $y$  et celui-ci par  $x$  j'ai là la chaleur comme état médian et je désigne le domaine gazeux par  $x'$ , le domaine liquide par  $y'$ , le domaine solide par  $z'$ , et maintenant j'ai ceci devant mes yeux:

$z \quad y \quad x \quad \text{Chaleur} \quad x' \quad y' \quad z'$

$x$  dans  $x'$  comme lumière dans le gaz,  
 $y$  dans  $y'$  comme effets chimiques dans les liquides,  
 $z$  dans  $z'$  disons tout d'abord comme effets  $z$  dans les corps solides. Nous avons jusqu'ici seulement fait leur connaissance en tant qu'effets de structurations.

Ainsi obtenons-nous des imbrications qui ne sont cependant rien d'autre que l'expression proposée pour des choses qui sont effectivement bien réelles dans la vie:

$x$  dans  $x'$  est simplement le gaz rempli de lumière,  
 $y$  dans  $y'$  est le liquide dans lequel se déroulent des processus chimiques.

$z$  dans  $z'$  :

En fonction des considérations d'hier, vous n'allez presque plus pouvoir mettre en doute que, de même qu'en nous élevant au-dessus de la chaleur, nous

trouvons la lumière, qu'en nous élevant au-dessus de la lumière nous trouvons les effets chimiques, nous devons parvenir, au-dessus des effets chimiques, aux effets vitaux. Nous avons effectivement parlé de cela hier, ne serait-ce qu'à titre de préliminaire. Nous pouvons donc dire:

$z$  dans  $z'$ , ce sont les effets vitaux dans les corps solides.

Pourtant, les effets vitaux ne se trouvent pas dans les corps solides. Nous savons que la vie terrestre nécessite, au moins dans une certaine mesure, l'état liquide. Les effets vitaux ne sont pas présents au sein du pur solide, dans la vie terrestre. Mais cette vie terrestre nous contraint à admettre d'une certaine façon, qu'une telle chose ne se trouve pas complètement à côté de la réalité car cette pensée nous vient en même temps que nous agençons  $y$  dans  $y'$  et  $x$  dans  $x'$ .

Nous trouvons des corps solides, nous trouvons des corps liquides, nous trouvons des gaz. Nous trouvons des corps solides sans les effets vitaux. Les effets vitaux, nous ne les trouvons, dans la sphère terrestre, que se déployant à côté des corps solides, entrant en relation avec les corps solides, et ainsi de suite. Dans le domaine terrestre, on ne trouve pas de couplage direct des effets vitaux et de ce que l'on appelle le solide. Nous sommes conduits là d'une certaine façon directement par cette dernière proposition  $z$  dans  $z'$ , la vie dans le solide, vers les mêmes choses que pour  $y$  dans  $y'$ , et  $x$  dans  $x'$ : quand j'ai un corps liquide sur la terre, celui-ci

doit, fût-ce d'une façon atténuée, se trouver face au chimisme, dans le même rapport que le corps solide face à la vie. Je suis ici conduit à reconnaître que le solide, le liquide, le gazeux, de par leurs relations ultérieures à la lumière, la chimie et la vie, représentent pour moi, d'une certaine façon, quelque chose d'inanimé dans le domaine terrestre.

On ne peut effectivement pas rendre ces pensées aussi palpables qu'on l'aime aujourd'hui dans le cadre de ce qu'on appelle « l'impératif de clarté ». Il vous faut déjà vous-mêmes collaborer intérieurement si vous voulez prendre ces considérations comme des considérations conformes à la réalité. Et c'est alors que, si vous suivez cette pensée, vous allez trouver qu'une parenté existe entre le solide et le vivant, le liquide et le chimisme, le gazeux et la lumière ; que la chaleur, d'une certaine façon, se trouve là pour elle-même, mais que cette relation, dans le domaine du terrestre, ne s'exprime pas de façon immédiate. Cette relation, qui peut apparaître dans le terrestre, s'avère effectivement avoir été là jadis, mais n'être maintenant plus là. Nous sommes introduits dans la représentation du temps par les rapports inhérents aux choses. Quand vous observez un cadavre, vous êtes introduits dans la représentation du temps. Le cadavre est là. Vous devez considérer tout ce qui, en général, rend possible que le cadavre soit là, qu'il apparaisse comme cela ; vous devez considérer le psycho-spirituel, car le cadavre n'a aucune possibilité d'exister en soi. Un corps de forme humaine ne peut bien sûr jamais surgir sans que le psycho-spirituel soit présent.

Tout ce que le cadavre représente pour vous vous contraint à dire: tel qu'il est, il a été abandonné par quelque chose. Ce n'est pas autre chose que quand vous dites: Le solide - terrestre a été abandonné par la vie, le liquide - terrestre par les émanations des effets chimiques, le gazeux terrestre par les effets lumineux émanants. Et de même qu'à partir du cadavre, nous reportons notre regard sur la vie, dans laquelle le cadavre était lié au psychospirituel, de même, nous regardons en arrière en partant des corps solides de la Terre, en ramenant ces corps solides à des états physiques antérieurs, dans lesquels le solide était lié à la vie ; dans lesquels le solide n'était pas répandu partout dans la terrestre ; dans lesquels le solide ne pouvait apparaître que relié à la vie; et où le liquide ne pouvait apparaître que relié aux effets chimiques; où le gazeux ne pouvait apparaître que relié aux effets lumineux. Où, en d'autres termes, il n'y avait pas de gaz qui ne brille intérieurement, qui ne s'illumine intérieurement, qui, en coïncidence avec ses densifications et raréfactions, ne s'illumine intérieurement, ne s'obscurcisse, ne soit phosphorescent de façon ondoyante; où n'existait pas seulement le liquide, mais une activité chimique continuelle et vivante; où à la base de tout, se trouvait la vie, qui se figeait comme la vie se fige par exemple dans la formation des cornes des bovins, où elle se fluidifiait de nouveau, se refluidifiait et ainsi de suite – bref, nous sommes ici entraînés par la physique elle-même hors de notre temps, jusqu'en des temps anciens où la Terre a eu d'autres domaines semblables, où ces

choses aujourd'hui dissociées: le domaine du gazeux, du liquide et du solide d'un côté, et le domaine de la lumière, des effets chimiques et de la vie de l'autre, étaient l'un dans l'autre, mais non pas directement glissés l'un dans l'autre, mais rabattus (voir les flèches sur le schéma p.272). Et la chaleur se trouve au milieu. Elle ne prend apparemment pas part à cette association de quelque chose de plutôt matériel avec quelque chose de plutôt éthérique. Mais vu qu'elle se trouve en plein milieu, il se donne avec une évidence qui ne pourrait pas être plus forte, qu'elle prend part à ces deux natures. Si nous désignons les domaines du dessus par domaines de l'éther et ceux du dessous par domaines pondérables, alors il va de soi que nous comprenons la chaleur comme ce qui constitue déjà par son essence un état d'équilibre entre les deux, et nous avons trouvé dans la chaleur ce qui est l'état d'équilibre entre éthérique et matériel - pondérable, ce qui donc est éther et en même temps matière, ce qui d'emblée, du fait qu'elle est une chose double, manifeste ce que nous trouvons tout le temps dans la chaleur: la différence de niveau, sans laquelle nous ne pouvons absolument rien faire dans le domaine des phénomènes caloriques, ni rien observer.

Si vous admettez ce chemin de pensée, alors vous serez conduits à quelque chose de beaucoup plus essentiel et important que ce que pourrait jamais vous donner ce qu'on appelle le deuxième principe de la théorie mécanique de la chaleur: Un mouvement perpétuel de deuxième espèce est impossible. Car il dissocie véritablement un domaine

de phénomènes à d'autres phénomènes qui lui sont liés alors qu'il est, dans son caractère, modifié de façon tout à fait évidente par ces autres phénomènes.

Si vous êtes bien au clair avec le fait que le domaine du gaz et le domaine de la lumière ont jadis été unis, que le domaine du liquide et les effets chimiques ont jadis été unis, et ainsi de suite, alors vous allez avoir à penser aussi dans une unité originelle les deux pôles antagonistes du domaine de la chaleur: le domaine éthérique et le domaine matériel pondérable. Et vous en venez alors à devoir vous dire: ce que nous appelons aujourd'hui phénomène physique, et qui n'est donc bien que l'expression des entités physiques, des essences physiques présentes, cela n'a qu'une signification limitée dans le temps. La physique n'est pas éternelle. Elle perd toute validité pour des espèces de réalité entièrement différentes. Car naturellement, une réalité où le gaz est immédiatement lumineux intérieurement, est une tout autre réalité que celle dans laquelle le gaz et la lumière sont relativement autonomes l'un envers l'autre.

Nous en venons donc à porter le regard en arrière sur des temps où il y avait une autre physique, et à regarder vers un futur où existera une autre physique. Et notre physique ne peut être que ce qui nous redonne le phénomène actuel, ce qui est dans notre environnement immédiat. Il y a une chose dont il faut qu'on affranchisse la physique elle-même afin de ne pas se rendre coupable de ce paradoxe, qui est même plus qu'un paradoxe mais bien un

non-sens, et qui consiste à étudier les phénomènes physiques de notre domaine terrestre, à élaborer des hypothèses à leur sujet et à appliquer ces hypothèses à l'univers entier. Nous appliquons nos hypothèses terrestres à l'univers entier et oublions que ce que nous avons comme connaissances physiques est précisément limité temporellement au domaine terrestre. Et nous avons déjà vu que c'est aussi limité spatialement.



Car dès l'instant où nous sortons pour atteindre la sphère où la pesanteur disparaît et où tout s'écoule vers l'extérieur, dès cet instant disparaît l'ensemble de notre image physique du monde.

Il nous faut donc dire: Notre Terre n'est pas seulement limitée dans l'espace, mais aussi spatialement limitée en tant que qualité physique, et c'est un non-sens de se figurer qu'en allant au-delà de la sphère zéro, quelque part au dehors, devrait se trouver quelque chose à quoi les mêmes lois physiques seraient applicables. Et il n'est pas davantage possible de penser qu'on puisse appliquer les mêmes lois physiques à des temps passés déterminés ou à des temps déterminés futurs de l'évolution. C'est une illusion de la théorie de Kant-Laplace, que de croire qu'on peut appliquer en remontant en arrière

à volonté, ce que l'on a abstrait des phénomènes physiques actuels de la Terre. Mais c'est aussi une illusion de l'astrophysique actuelle que de croire que ce que l'on a abstrait des effets physiques terrestres pourrait maintenant être appliqué par exemple à la constitution du Soleil, et qu'on pourrait aussi parler du Soleil sur la base des lois physiques de la Terre.

Or une chose extraordinairement importante s'offre à nous si nous rapprochons le tour d'horizon que nous avons fait des phénomènes, de ce qui s'est donné à nous par ailleurs, si donc nous mettons ensemble l'une et l'autre série de phénomènes. Nous avons attiré l'attention sur le fait que les physiciens en sont venus à la conception que E. von Hartmann a saisie dans la belle formulation – ce deuxième principe de la théorie mécanique de la chaleur qui dit que si l'on transforme de la chaleur en travail mécanique, il y a toujours de la chaleur qui reste, que donc à la fin, tout doit passer à l'état de chaleur et que doit avoir lieu la mort calorique – cette conception qu'Eduard von Hartmann formule en disant: «Le processus cosmique manifeste la tendance à partir à la dérive<sup>69</sup> ». Eh bien admettons qu'une telle dissipation du processus cosmique ait lieu dans cette direction, que voyons-nous donc apparaître? Nous voyons, si nous montons des expériences ayant pour but de démontrer directement le deuxième principe de la théorie mécanique de la chaleur, nous voyons apparaître de la chaleur. Nous voyons disparaître des actions mécaniques et nous voyons apparaître de la chaleur. Ce que nous

voyons apparaître là, poursuit son chemin. Nous pourrions aussi bien montrer, si nous produisions de la lumière à partir de la chaleur, que toute la chaleur correspondant à cette lumière ne peut lui correspondre d'une autre façon<sup>70</sup> que le fait la chaleur correspondant au processus mécanique, en accord avec le deuxième principe de la théorie mécanique de la chaleur, mais en sens inverse. Et il en est de même à nouveau pour le rapport entre les phénomènes lumineux et les phénomènes chimiques.

Or cela nous a conduits à dire que nous devons nous représenter le spectre entier de l'univers de telle sorte qu'il se referme en un cercle. Donc si c'était réellement vrai cette conception, qui n'est jamais que la conclusion d'une certaine série d'observations, qui dit que l'entropie de notre univers tend vers un maximum, que le processus de l'univers se dissipe à la dérive, ferait alors en sorte qu'il y en a un qui toujours redémarre. Là, il se dissipe (un dessin pas conservé), et de l'autre côté il redémarre, car nous devons le représenter comme un cercle. Si effectivement la mort calorique apparaissait d'un côté, alors surviendrait de l'autre côté ce qui lui fait pendant, et qui, face à la mort calorique, est recreation du monde. Cela découle d'une observation réaliste des phénomènes eux-mêmes.

Cela justifie aussi que déjà en physique, on parte de considérations qui n'envisagent pas le processus cosmique de la façon dont on envisage habituellement le spectre solaire, c'est-à-dire qu'on ne le fasse pas courir à l'infini d'un côté, vers le passé, comme nous laissons filer le rouge vers l'infini, et

qu'on ne le fasse pas courir de l'autre côté vers le futur, comme nous laissons filer le bleu. Il nous faut effectivement symboliser le processus cosmique par un cercle. Ce n'est que si nous le faisons, que nous nous approchons enfin du processus cosmique.

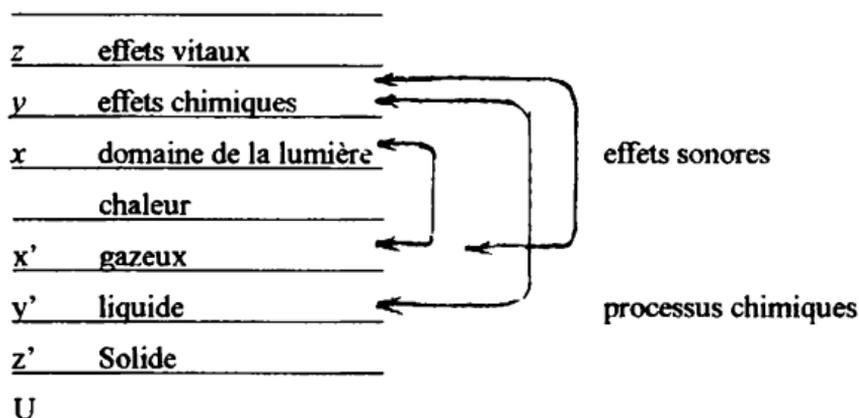
Seulement voilà, si nous symbolisons le processus cosmique par un cercle, nous avons alors l'ensemble de ce qui est situé à l'intérieur de nos «domaines». Or dans ces «domaines», nous n'avons eu aucune occasion de rencontrer des effets acoustiques. Ils ne se trouvent pour ainsi dire pas sur ce plan. Nous avons à nouveau quelque chose d'autre. Et c'est de cela que nous voulons parler demain.

## QUATORZIÈME CONFÉRENCE

Stuttgart, 14 mars 1920

Je ne vais aujourd'hui que pouvoir clore provisoirement ces considérations par quelques indications. Il va certes de soi que ce que l'on a tenté dans ce cours et dans le précédent ne pourra finalement bien ressortir que lorsque nous serons en mesure de donner un prolongement à ces considérations. Et j'aurai encore quelques remarques à faire à ce sujet à la fin de notre séance d'aujourd'hui. Mais je voudrais tout d'abord, en puisant à tout l'ensemble de ce que nous avons soumis à notre observation en rapport avec les phénomènes caloriques et tout ce qui y touche, en puisant à toute la somme des représentations que vous avez pu élaborer par cela, attirer votre attention sur une chose qui est tout d'abord celle-ci:

Si nous regardons encore une fois les différents domaines de réalité observés dans la physique: Le domaine solide, que nous avons appelé  $z'$ , le domaine liquide, que nous avons appelé  $y'$ , le domaine gazeux ou aérien, que nous avons appelé  $x'$ . Puis, au milieu le domaine calorique ; nous avons eu  $x$  en tant que domaine de la lumière,  $y$  en tant que domaine des effets chimiques, et  $z$  en tant qu'effets vitaux des relations tout à fait particulières, qui enjambent en quelque sorte le domaine calorique en allant de  $x$  à  $x'$  et de  $y$  à  $y'$ .



Nous avons essayé d'observer le fait qui révèle comment les effets chimiques peuvent se réaliser de préférence dans l'élément liquide. Quiconque s'efforce de comprendre des processus chimiques découvrira ceci: Où que se déroulent des processus chimiques, tout ce qui survient lors des combinaisons, des dissociations, des décompositions chimiques, est lié d'une certaine manière à l'élément liquide. Il faut que le liquide fasse agir son caractère particulier, qu'il le prolonge en l'introduisant dans le solide ou dans le gazeux pour que puissent s'y manifester les effets chimiques. Et c'est donc un agissement l'un dans l'autre des effets chimiques et du liquide du fait d'une séparation relative de ces deux domaines, donc, une pénétration et le fait qu'ils se lient en quelque sorte dans la pénétration, c'est cela que nous pouvons avoir présent à l'esprit lorsque nous parlons en général de notre chimie terrestre. Notre chimie terrestre représenterait donc en quelque sorte une animation de l'élément liquide par les effets chimiques.

Vous pourrez alors facilement vous représenter que lorsque nous considérons ces domaines de la réalité, il nous est impossible de penser que ce ne soit qu'en enjambant la chaleur et le gazeux, qu'un domaine tel que celui-ci agisse dans un autre. Bien sûr, les autres domaines aussi agiront les uns sur les autres. Les autres domaines aussi provoqueront certains effets dans tel ou tel champ de la réalité. De sorte que nous pouvons dire aussi: Bien que ce soit dans un premier temps comme par une sorte de parenté intérieure que les effets chimiques agissent particulièrement dans le milieu liquide, il nous faut cependant aussi nous représenter un mode d'action qui met en rapport les effets chimiques avec par exemple  $x'$ , donc une action directe des effets chimiques à l'intérieur du gazeux, de l'aérien.

Quand je dis à présent « effets chimiques », vous ne devez pas penser seulement aux processus chimiques. Vous devez penser, quand je dis effets chimiques, à ce qui nous apparaît clairement comme un élément intérieurement pénétré d'esprit dans la partie bleu-violet du spectre, où les effets chimiques se présentent à nous comme en quelque sorte doués d'une certaine autonomie à l'égard de la nature matérielle. Alors qu'en parlant de processus chimiques, nous parlons effectivement déjà de la pénétration de ce qui est matériel par les effets chimiques. Avec eux, nous devons nous représenter quelque chose qui n'a à priori rien à faire avec notre matière pondérable, mais qui par contre pénètre, avant tout du fait d'une parenté intime dont j'ai établi hier pour vous le caractère, qui pénètre l'élément li-

guide. Mais si nous posons la question: Et si ces effets chimiques choisissent pour leur action le domaine le plus proche (si je peux utiliser cette expression), le gazeux, que se passe-t-il? Alors – nous restons toujours dans l'observation – il doit se produire dans le gazeux quelque chose que l'on peut se représenter sous un certain rapport en le comparant à ce qui survient dans le liquide. Dans le liquide, l'essence des effets chimiques empoigne en quelque sorte la matière, conduit les matériaux à se traverser de sorte que ces matériaux entrent en interaction. Quand nous nous représentons l'élément liquide, nous devons nous imaginer que là, les matériaux eux-mêmes entrent en interaction lors des processus chimiques. Mais admettons que cela n'aille pas jusqu'au point où les effets chimiques empoignent les matériaux eux-mêmes, admettons au contraire qu'ils restent un peu plus étrangers à cette matière qu'ils pourraient l'être dans le milieu liquide, alors il survient quelque chose qui doit se présenter comme si les effets chimiques se produisaient davantage « à côté » du corps aérien, comparé avec ce que l'on a dans le liquide. Alors doit se manifester une certaine autonomie de l'impondérable à l'égard du support matériel. Dans les processus chimiques, l'impondérable saisit la matière d'une façon aiguë. Mais ceci nous oriente vers un domaine où il n'y a pas une telle acuité de saisissement, et où l'impondérable ne reste pas à l'intérieur de la matière: c'est le cas en acoustique, dans les effets sonores. Alors que dans les effets chimiques matériels nous avons une immersion

complète de l'impondérable dans la matière, nous avons pour le son, une conservation, une auto-préservation de l'impondérable dans la matière gazeuse, aérienne. Et cela nous conduit maintenant à quelque chose d'autre. Au fait que nous devons nous dire: Il doit bien y avoir une raison au fait que dans le liquide, l'impondérable saisisse directement la matière et qu'en revanche, quand se produisent des effets sonores dans l'élément aérien, l'impondérable ne puisse pas saisir autant la matière.

Si nous observons des phénomènes chimiques en ayant le sens de ce qui se montre là, du point de vue de la physique, nous allons ressentir comme allant de soi que c'est tout simplement le propre de l'essence matérielle que les phénomènes chimiques s'y déroulent comme ils le font, à savoir que l'impondérable est là comme quelque chose qui est, sur la matière, une marque. Et ce n'est possible que par le fait que dans le cas où nous avons affaire à de la matière terrestre, se produit la captation de l'impondérable par la Terre elle-même. C'est à travers les forces de la Terre que l'effet chimique est en quelque sorte saisi et qu'il travaille à l'intérieur de la matière liquide. Vous voyez la force de structuration répandue et active sur tout le domaine terrestre, cependant que cette force de structuration s'empare de l'effet chimique qui s'approche.

Si seulement nous comprenons bien qu'ici c'est la force de la Terre, alors, pour bien saisir l'activité du son dans l'air, nous devons présupposer la force

inverse. C'est-à-dire que dans le son, nous devons penser qu'est active celle qui s'échappe de la Terre dans toutes les directions de l'espace cosmique, la tendance à supplanter les forces de la Terre, celle qui emporte de la Terre l'impondérable. C'est ce qui constitue la particularité du monde des sons. Ce qui constitue la particularité de la physique des sons, de l'acoustique, c'est que nous sommes d'un côté capables d'étudier physiquement les processus matériels, et que de l'autre nous n'avons besoin de faire aucune référence à cette acoustique quand, par notre ressentir, nous vivons dans le monde des sons. Que nous importe finalement à nous hommes ressentants toute l'acoustique, lorsque nous percevons des sons? Cette acoustique est belle parce qu'elle nous dévoile un ordonnancement et un ensemble de lois internes, mais ce que l'on vit comme expérience subjective dans le monde des sons est très éloigné de ce qui se joue dans la matière en tant que physique de l'acoustique. Et la raison en est que l'élément son préserve justement son autonomie du fait qu'il se montre à nous effectivement d'une façon conforme à son origine, déterminé par la périphérie de l'univers, comme les processus chimiques se montrent à nous déterminés à partir du centre de notre Terre.

Et maintenant, si nous nous élevons à un point de vue en quelque sorte universel, il se révèle enfin une chose connexe que nous aurions pu tout aussi bien mentionner hier déjà lors de la conférence du docteur Kolisko<sup>71</sup>: c'est le fait que l'ordonnancement des éléments dans la classifica-

tion périodique, nous pouvons nous le représenter par l'image de l'octave. Il apparaît là une analogie entre les lois inhérentes aux sons et la constitution d'ensemble de la matière dans la façon dont elle se prépare à déployer les processus chimiques. Et par là se justifie aussi le fait que nous considérons la totalité des associations et dissociations de l'existence matérielle comme l'image extérieure d'une musique cosmique intérieure, et que dans la musique terrestre, cette musique cosmique intérieure ne se dévoile à nous que dans un cas particulier. Cette musique terrestre doit le moins possible être considérée de façon que l'on en dise: ce qui est son en nous est, à l'extérieur, de l'air qui vibre. Nous devons considérer cela comme aussi insensé qu'il nous paraîtrait insensé de dire: Ce que tu es à l'extérieur en tant que corps, vu du dedans, c'est ton âme, mais seulement pour toi. C'est le sujet que nous perdons à ce moment là. Cette absence du sujet se présente aussi quand nous voulons considérer le son dans ses lois internes comme s'identifiant aux densifications et raréfactions de l'air, qui, extérieurement, constituent son support dans le milieu aérien. Et si vous regardez cela d'une façon juste, vous allez voir que dans les processus chimiques, nous avons affaire à une certaine relation entre  $y$  et  $y'$ , et dans les effets de son à une certaine relation entre  $y$  et  $x'$  (voir schéma p.284).

J'ai attiré votre attention sur le fait que quand nous restons à l'extérieur de l'un ou l'autre domaine, nous sommes toujours amenés, pour ce que nous percevons dans le monde extérieur, à des dif-

férences de niveau. Essayez donc maintenant de découvrir ce qui ressemble à des différences de niveau dans ce que nous rencontrons là, essayez simplement de découvrir ce qui ressemble à une différence de niveau comme il en apparaît disons avec la pesanteur, dans une chute d'eau, quand la force motrice d'une turbine repose sur cette différence. Essayez de voir bien clairement que différence de température<sup>72</sup>, différence de chaleur, différence de son, neutralisation électrique, reposent sur la différence de niveau. Nous en arrivons toujours à des différences de niveau, quand nous étudions des effets physiques. Mais qu'avons-nous donc là? (voir l'arc  $y-y'$  sur le schéma). Nous avons une parenté intime entre ce que nous percevons dans le spectre et ce qui est matériel dans le liquide. Et ce qui se présente à nous quand nous observons un processus chimique n'est finalement rien d'autre que la différence d'existence entre les effets chimiques et les forces qui sont dans le liquide. C'est une différence de niveau  $y-y'$ . Or maintenant, il y a là une différence de niveau plus faible  $y-x'$  qui se présente à nous dans les effets de son. De sorte que nous pouvons dire: par rapport aux domaines de la réalité, un processus chimique peut être pour nous une différence de niveau entre effets chimiques et forces du liquide. Et l'apparition du son et de la note dans l'air doit être pour nous la différence de niveau entre d'une part, ce qui, structurant dans les effets chimiques, s'élance à travers le monde pour agir, mais du dehors, de façon périphérique, et d'autre

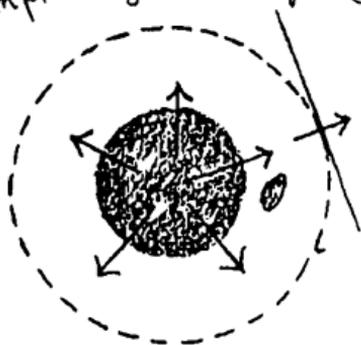
part, ce qui est matériel dans le gaz, dans le corps aérien.

Ce qui s'exprime à travers ces domaines de la réalité, s'exprime donc aussi par le fait de former des différences de niveau. Si nous restons au sein d'un *même* élément, que ce soit dans la chaleur, dans le gaz ou dans l'eau, c'est sur des différences de niveau que reposent les choses. Mais, le fait que nous puissions faire des distinctions entre ces domaines, repose sur les différences de niveau des effets entre ces domaines eux-mêmes.

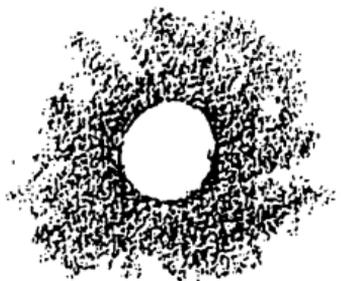
Si vous récapitulez tout cela, vous allez en venir à la chose suivante: si nous allons jusqu'au liquide et à sa surface relative, nous devons dire: Pour les corps solides, nous avons affaire à des forces terrestres. Dans quelle mesure les forces de structuration – les énergies de configuration, pourrait-on dire si l'on voulait utiliser l'expression de la physique moderne – doivent être apparentées à la force de pesanteur, c'est ce qui est apparu dans les considérations antérieures. Et si nous passons de là aux forces qui se manifestent en tant que forces de pesanteur, à ce qui, vu la grandeur de la Terre, prend pour nous le caractère du « niveau », nous trouvons alors une sphère. Naturellement, les différentes surfaces de l'eau constituent toutes ensemble une sphère. Vous allez voir maintenant que si l'on sort, que l'on se fraie un passage à travers cette sphère à partir du centre de la Terre, les choses sont telles que nous devons nous dire: dans le contexte terrestre, quand agissent des forces qui sont dans le domaine du solide, on a affaire à des forces qui en-

ferment; quand agissent des forces qui sont dans le liquide, on a affaire à des forces qui peuvent être saisies dans leur configuration si l'on trace ici la tangente, ou si l'on place ici le plan tangent.

*remplissage de l'espace*



*évidement de l'espace*



Et si l'on part encore plus loin, si l'on sort au-delà du domaine de la sphère, alors nous devons dire : à l'intérieur de ces sphères, nous avons affaire à des forces de structuration pour nos corps solides, à des forces de structuration qui, sur la Terre elle-même, referment encore l'espace des corps. Ici (sphère en pointillés) nous avons affaire à une forme (gestalt) unique, les formes multiples se relient en quelque sorte, se pénètrent les unes les autres pour atteindre la forme unitaire qu'a l'élément liquide de la terre. Mais si nous arrivons maintenant ici (à l'extérieur de la sphère) – il nous faut alors nous former une représentation dans laquelle nous sommes sortis de ce qui se structure de façon isolée, qui agit donc du dedans, où le corps solide se rassemble, où le tout est une forme unique –, comment devons-nous nous représenter la chose quand nous en arrivons là? Nous devons nous représenter que nous avons la situation inverse. Si nous avons là le corps solide

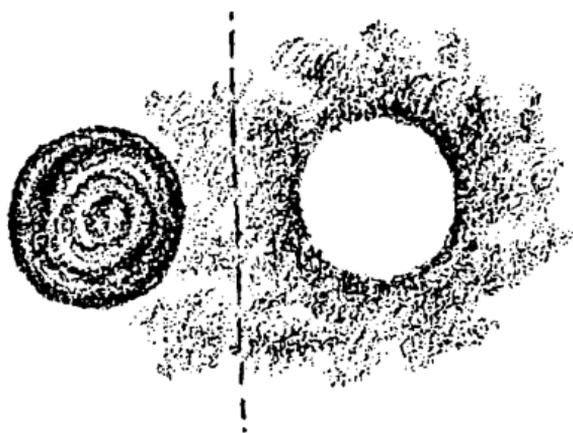
rempli de matière, il nous faut nous imaginer ici un espace de matière négative évidé. Nous avons ici un remplissage de l'espace, et ici, un évidement de l'espace.

Qu'un évidement de l'espace est possible, voilà qui doit devenir une représentation des hommes. Et alors que véritablement, ce qui se produit sur la Terre ne s'avère pas seulement influencé à partir d'un seul côté sans quoi les processus y seraient tout autres, la Terre s'avère de plus influencée à partir de tous les côtés selon des modes différenciés – je veux le dire comme cela aujourd'hui, ultérieurement nous aurons à nous en préoccuper plus avant. Par exemple, il ne serait pas possible que surviennent des différenciations dans les continents et dans la répartition des eaux entre pôle Nord et pôle Sud si dans l'entourage, quelque part dans l'espace, n'existait qu'un seul espace creux de cette sorte. Ces évidements de l'espace doivent agir à partir de différents côtés. Si nous les cherchons, nous les trouvons dans ce que les anciens systèmes cosmiques ont appelé les planètes, parmi lesquelles le Soleil lui-même a aussi été compté.

Nous sommes donc entraînés au-dehors, au-delà du domaine de la Terre dans le domaine du cosmos, et nous devons trouver le passage d'un côté de l'espace à l'autre, nous devons trouver le passage du remplissage de l'espace à l'évidement de l'espace. Et cet évidement de l'espace, nous devons le penser, pour notre action terrestre, comme localisé dans les planètes qui entourent la Terre. C'est à partir de là que, sur notre Terre, en chaque point où

peut avoir lieu un événement terrestre, des interactions se produisent entre le terrestre et le cosmique – car toujours, ce qui intervient par l'évidement de l'espace apparaît en quelque sorte comme un effet d'aspiration, et ce qui agit ici par les forces de structuration apparaît comme un effet de pression. Ces interactions, nous les rencontrons dans les configurations d'événements terrestres que l'on cherche habituellement dans les forces moléculaires, les attractions moléculaires, alors que nous devrions réellement les chercher, comme on l'a fait dans des époques passées, à partir d'autres démarches de connaissance. Quand on a devant soi une quelconque action matérielle, à laquelle toujours quelque chose d'impondérable est mêlé, au lieu de laisser s'exprimer le cosmos entier dans son activité, on rapporte ce qui se produit là à des configurations internes élucubrées. Ce que font les astres, ce que des géants réalisent quand ils se présentent dans leurs relations réciproques au sein des processus de la Terre, ce devrait être les nains des atomes et des molécules qui l'exécutent! Ce dont nous avons besoin, c'est précisément de ceci: que, quand nous représentons par des dessins ou par des calculs un processus matériel de notre Terre, nous sachions que tout cela n'est rien d'autre que le reflet d'interactions extraterrestres, d'interactions cosmiques. Et voyez-vous, nous avons ici la force de remplir l'espace avec quelque chose de matériel (voir dessin, à gauche). Ici (à droite), nous avons toujours la force de remplir l'espace avec quelque chose de matériel, mais cette force s'est dilatée et

elle doit être parvenue quelque part de l'autre côté, elle doit atteindre l'évidement de l'espace.



Il doit y avoir là entre-deux une région où en quelque sorte, si je puis m'exprimer ainsi, l'espace se déchire. Nous devons nous dire: Notre espace, qui apparaît tout autour de nous et qui est en quelque sorte le réceptacle de nos effets physiques, doit être lié intimement à nos effets physiques. Il doit représenter quelque chose qui se trouve intimement intégré dans ces effets physiques. Mais lorsque nous passons du pondérable à l'impondérable, l'espace se déchire, et il entre alors, par cette déchirure, quelque chose qui n'était pas là avant qu'il se soit déchiré. Admettons que nous déchirions l'espace tridimensionnel et que nous posions la question: Qu'est ce qui entre par cette déchirure? Si je fais une entaille là dans mon doigt, le sang s'écoule, cela reste dans l'espace tridimensionnel. Mais quand je fais une entaille dans l'espace lui-même, c'est ce qui, déjà, est dans le non-spatial qui s'écoule alors.

Voyez vous, c'est là un point où se montre très clairement dans quelles ornières se trouve la façon de voir de la physique d'aujourd'hui. N'est-ce pas, quand nous faisons des expériences d'électricité dans la salle de classe, nous devons soigneusement sécher nos appareils électriques, nous devons faire d'eux de mauvais conducteurs électriques, sans quoi nous n'arrivons à rien. Quand ils sont humides, nous n'arrivons à rien. On rencontre pourtant la conception – j'ai souvent parlé de cela – comme quoi par le frottement des nuages, qui pourtant sont humides c'est tout à fait sûr, l'électricité se forme, d'après les physiciens, et l'éclair et le tonnerre se manifestent<sup>73</sup>. C'est naturellement l'une des représentations les plus invraisemblables qui se puisse penser.

Face à cela, celui qui maintenant, pour accéder à un concept conforme à la réalité, rassemble tout ce que nous avons cherché à rassembler dans nos considérations sur la physique, celui-là va découvrir qu'à l'instant où apparaît l'éclair, l'espace se déchire et que ce qui remplit l'espace de façon intensive non-dimensionnelle surgit, de la même façon que quand je me coupe le sang s'échappe. Or c'est le cas à chaque fois que la lumière apparaît en compagnie de la chaleur: l'espace se déchire et nous dévoile ce qui est à l'intérieur de lui-même, alors que, dans ses trois dimensions habituelles telles que nous les rencontrons, l'espace ne montre que son aspect extérieur. L'espace nous introduit dans son intériorité.

Nous pouvons dire: Quand nous nous élevons du pondérable à l'impondérable et que justement nous devons traverser le domaine de la chaleur, nous trouvons que la chaleur surgit de partout où, quittant les effets de pression de la matière pondérable, nous entrons dans les effets d'aspiration de l'impondérable. La chaleur ruisselle de partout. Si vous vous représentez maintenant que nous avons affaire au processus que nous avons désigné il y a quelques jours par conduction de la chaleur, vous devez associer à cela cette autre représentation du fait que cette conduction de la chaleur est liée à la matière pondérable, par opposition à celle que nous avons aussi montrée et qui est de la chaleur se propageant par elle-même. La chaleur se propageant par elle-même, nous la rencontrons maintenant comme ce qui surgit quand l'espace se déchire. Comment veut donc agir cette chaleur? Elle veut, en partant de « l'intensité » de l'espace, venir agir au sein de « l'extensivité ». Elle veut pour ainsi dire, sortir de l'intérieur de l'espace pour venir agir dans son œuvre extérieure. Lorsqu'elle entre en interaction avec un corps matériel, nous voyons apparaître ce phénomène que la tendance propre de la chaleur est retenue, que son effet d'aspiration est transformé en un effet de pression, que se substitue à la tendance cosmique de la chaleur la tendance individualisante de la matière qui devient alors, dans les corps solides, la force de structuration. Donc, dans la chaleur, dans l'apparition de la chaleur pour autant que cette apparition amène à la conduction calorique, nous avons à rechercher une tendance à

la propagation qui n'est pas maintenant sous forme de rayonnement, mais qui s'organise dans toutes les directions, nous avons à rechercher une réflexion de la matière impondérable sur la matière pondérable, ou plutôt, de l'impondérable sur la matière pondérable. Le corps qui conduit de la chaleur amène effectivement de façon continue de la chaleur à se manifester par le fait qu'au fond, il repousse selon le mode intensif – et non pas extensif comme pour la lumière qui ne nous apparaît, elle, que dans ses images – la chaleur impondérable qui vient se heurter sur son côté matériel.

Mais je voudrais maintenant vous prier de vraiment travailler patiemment sur ces représentations de la façon dont nous nous sommes habitués à les saisir, afin que par cette élaboration, vous remarquiez réellement à quel point nous avons affaire à des représentations en quelque sorte saturées de réalité. Et de quelle façon ces représentations saturées de réalité vont nous introduire dans une compréhension vivante de la nature du monde, c'est ce que je voudrais vous montrer encore dans une image de conclusion.

J'ai déjà attiré votre attention sur le fait que le ressentir d'une température repose sur la perception, la perception subjective. Nous percevons en effet la différence de température entre notre organisme et le monde extérieur, ce que fait aussi le thermomètre, comme je vous l'ai déjà fait remarquer. Mais toute perception repose en général sur le fait que nous sommes, en gros, à l'intérieur d'un certain domaine et que ce qui se trouve à l'extérieur

de ce domaine devient notre objet de perception. Nous ne pouvons pas être à la fois quelque chose et le percevoir, nous devons par contre toujours être autre chose que ce que nous percevons. Si donc nous percevons des sons, nous ne pouvons pas être nous-mêmes des sons. Et si nous répondons sans préjugé à la question: Que sommes-nous pendant que nous percevons des sons? nous pouvons en arriver à la conclusion que nous sommes précisément exactement ce qu'est l'autre différence de niveau. C'est cette différence de niveau que nous percevons ( $y - x'$ , schéma p.284);  $y - y'$ , nous ne le percevons pas, nous le sommes pendant ce temps là. Ce qui accompagne notre perception du son, ces processus chimiques de même périodicité qui se déroulent à l'intérieur de notre organisme liquide, voilà ce que nous sommes. Ce que les effets chimiques provoquent en nous dessine dans le monde quelque chose très très bien réglé. Il n'est pas du tout sans intérêt d'examiner l'image suivante: Vous le savez, le corps humain n'est fait que pour une très faible part de constituants solides, à plus de 90% il est une colonne liquide. Et tous ces processus chimiques qui sont d'un genre extrêmement raffinés et qui se déroulent dans notre organisme pendant que nous écoutons une symphonie, représentent une construction merveilleuse, tout intériorisée, sans cesse phosphorescente. Nous sommes alors quelque chose qui représente la chimie d'une symphonie. Et nous percevons le monde des sons par le fait qu'en quelque sorte, nous devenons sur le

plan chimique ce qu'est le monde des sons dans le sensible, ainsi que je vous l'ai exposé.

Voyez-vous, on fait grandement progresser la compréhension de l'homme lorsqu'on rapporte à ce qu'est l'homme la compréhension du physique. Mais il s'agit maintenant de parvenir toujours à ce que nous ne nous construisions pas ces représentations abstraites qui sont particulièrement appréciées dans la physique d'aujourd'hui, mais qu'au contraire, nous parvenions à des représentations qui soient réellement intégrées à la trame du monde, du monde objectif. Ce que veut la science de l'esprit en tant que quête d'une manière de penser, c'est, en partant de cela, apporter à nouveau dans l'évolution humaine un penser conforme à la réalité. Et il est nécessaire que cela ait lieu. C'est pourquoi il serait si important que puissent être poursuivis des efforts aussi beaux que ceux qui ont été faits ici pendant ces derniers quinze jours. Partout, vous pouvez voir qu'actuellement un monde ancien se meurt. Ne peut-on donc pas voir réellement, à ces représentations de la physique sur lesquelles on ne peut rien construire, qu'un monde ancien se meurt? Et lorsqu'ici, d'une façon encore très incomplète, car cela ne peut pas être plus que des ébauches tout à fait incomplètes, nous essayons de bâtir une conception de la physique, ne se révèle-t-il pas à quel point nous nous trouvons aujourd'hui à un tournant de l'évolution humaine?

Voyez-vous, mes chers amis, une telle prise de conscience doit toujours nous éveiller au fait que nous avons le devoir de poursuivre les choses qui

sont apparues maintenant du fait que le D<sup>r</sup> von Baravalle, le D<sup>r</sup> Blümel, M. Strakosch<sup>74</sup>, le D<sup>r</sup> Kolisko, nous ont stimulés, dans différents domaines, à prendre par un autre bout ce que l'évolution de l'humanité a amené jusqu'à maintenant. Nous posons avec cela les bases de ce que nous devons poursuivre. Car voyez-vous, dehors dans le monde, les gens parlent du fait qu'il faudrait construire. Oui, mais qu'est-ce que cela veut dire aujourd'hui, dans le monde : « on fonde des universités populaires »? Le mouvement danois des universités populaires nous est présenté. Que signifie donc tout ce que l'université populaire demande ? On apporte à l'intérieur de l'université populaire tout ce que l'on pratique dans les vieilles universités. Mais avec cela, on ne crée rien de nouveau. Avec cela, on ne fait que contaminer le peuple entier avec ce qui, jusqu'à présent, ne contaminait que nos formations savantes. Il n'y a quasiment rien de plus désolant quand on pense à l'avenir, que de se représenter que ce qui, comme nous l'avons vu, a tellement ravagé les cervelles des gens instruits et cultivés, devrait venir scléroser de la même manière, par la voie de l'université populaire, l'ensemble de la population terrestre instruite. Si l'on veut édifier des universités populaires, on doit avant tout veiller à ce que quelque chose puisse y être enseigné qui, de par sa configuration interne, puisse être constructif. On utilise certes en premier lieu la science qui peut être pratiquée à l'université populaire. Il faudrait toujours rester à la surface, il faudrait toujours ne prendre que ce qui est là. C'est la même chose en

politique avec ces hommes qui ne désirent pas des choses nouvelles mais désirent toujours à nouveau essayer ce qui est ancien; c'est la même chose que les sociaux-démocrates eux-mêmes qui ne construisent rien de nouveau mais veulent simplement faire des expériences avec l'état ancien et y introduire leur grain de sel; c'est ainsi que dans le mouvement spirituel de la culture, on ne veut pas lutter radicalement pour un renouvellement de notre mode de connaissance, mais seulement apporter dans le peuple ce qui est vieux, ce qui est en train de dépérir. C'est précisément à propos des considérations sur la physique que ceci doit être vu de la façon la plus approfondie et la plus lourde de sens.

Il est sûr qu'ici ou là, dans cette série de conférences, vous aller trouver des choses passablement insatisfaisantes, car les conférences ne peuvent être qu'aphoristiques, mais par ces conférences, il y a une chose qui aura été démontrée: c'est qu'il est tout simplement indispensable de reconstruire à neuf la totalité de notre monde conceptuel dans les domaines de la physique, de la chimie, de la physiologie et de la biologie, il faut de fond en comble le reconstruire à neuf. Nous ne pourrons avancer dans ce domaine que si nous remodelons non seulement l'école, mais aussi la science elle-même. Et si dans notre école Waldorf<sup>30</sup> pouvait se faire que nous construisions tout d'abord l'enseignement jusqu'à la classe terminale, puis en second lieu l'académie, dont nous avons réellement déposé un germe ces jours-ci – car c'était quelque chose comme le germe d'une nouvelle académie – alors

nous pourrions enfin parvenir effectivement à ce qu'au fond nous avons le devoir et l'obligation de faire pour que la civilisation européenne ne descende pas au plus bas sur le plan spirituel.

Considérez un peu les pratiques terrifiantes des académies dans le monde d'aujourd'hui: ces gens qui se présentent les uns aux autres, coupés de toute vie réelle, des mémoires longuement écrits dans ces académies où ils siègent dans de belles salles et se donnent lecture de leurs longs exposés qu'aucun des autres n'écoute. Car ce qu'il y a de plus remarquable, c'est que l'un est spécialiste de ce domaine-ci et l'autre, de ce domaine-là. Là-bas, le médecin n'écoute pas le mathématicien, mais le mathématicien lit sa conférence. Et quand c'est le médecin qui planche, le mathématicien se plonge dans ses réflexions sur un tout autre domaine. De toutes façons, tout cela n'est qu'une enseigne extérieure de la tradition. Il faut y introduire un renouveau. Au centre des efforts spirituels doit se placer la rénovation. Il faut bien le voir. Et de fait, on peut déjà dire: si cela pouvait avoir encore pour conséquence qu'ici, une consolidation de nos idées sur l'école puisse se combiner à nos efforts pour une nouvelle réalité, alors nous atteindrions ce qui doit être atteint.

Voyez-vous, il y a beaucoup à faire. Mais on ne peut bien savoir tout ce qu'il y a à faire que si l'on rentre dans chaque chose en particulier. C'est pourquoi il est infiniment lamentable que des gens qui ne font que resservir dans de belles phrases les vieux préjugés de connaissance de l'humanité – de cela

vous êtes revenus car vous avez eu votre ration –, rassemblent aujourd'hui de gros capitaux pour installer à travers le monde leurs académies ou choses de ce genre. Pour nous, les choses seront plus difficiles pour la bonne raison que nous devons être pénétrés de cette certitude: un terrain réellement nouveau est indispensable. Nous ne pouvons pas nous adonner à l'illusion « Faites des universités populaires! », car nous devons avoir quelque chose à y enseigner, dans ces universités populaires. Et de la même façon qu'entre les lignes de la science, si je puis dire, s'est développée jusqu'à aujourd'hui une technique fructueuse, de même se développera une technique encore bien plus fructueuse si devient populaire cette science pour laquelle nous faisons des efforts aujourd'hui, par exemple dans le domaine de la physique. Vous le voyez bien, partout nous cherchons à sortir des vieilles théories et à pénétrer dans ce qui est réel, de sorte que déjà nos représentations sont saturées de réalité. Cela doit aussi produire une technique qui procède d'une tout autre manière que ne l'a fait la technique jusqu'à aujourd'hui. La pratique et la connaissance sont intimement dépendantes l'une de l'autre. Et quand, à un endroit quelconque, on s'occupe de ce qui, comme la physique, doit être réformé aujourd'hui, on voit tout de suite ce qu'il faudrait effectivement qu'il advienne. Puisque le moment est maintenant venu où nous devons nous séparer, je voudrais encore insister sur le fait que vous devez considérer ce qui n'a été exposé ici que de façon aphoristique, comme quelque chose qui doit vous stimuler à élar-

gir vous-mêmes toutes ces choses. Vous serez capables de les élargir. Les physiciens - mathématiciens que nous avons parmi nous seront en mesure de réviser les anciennes formules, et ils vont trouver qu'en y faisant agir les connaissances que l'on peut tirer des indications aphoristiques que j'ai données, ces formules vont subir aussi certaines transformations qui sont effectivement des métamorphoses d'où pourront jaillir un grand nombre de choses qui seront, au plan technique, d'une importance énorme pour la suite de l'évolution de l'humanité. C'est quelque chose que l'on ne peut pas expliquer, sur quoi l'on ne peut dans un premier temps qu'attirer l'attention.

Mais nous devons clore maintenant ces considérations dont la suite doit être votre propre travail personnel et c'est ce que je désirerais particulièrement déposer dans vos cœurs. Car elles sont maintenant extrêmement urgentes, les affaires qui se rapportent au progrès de l'homme dans les trois domaines<sup>75</sup>. En premier lieu, ces choses sont aujourd'hui urgentes, nous n'avons vraiment pas de temps à perdre vu que le chaos est là, devant notre porte. Mais, deuxièmement, ce qui est juste ne peut réussir qu'au moyen d'une collaboration humaine bien organisée. Nous devons donc essayer de poursuivre en nous-mêmes l'élaboration de ce qui a été impulsé. Et par ailleurs, vous allez constater ici à l'école Waldorf qu'à l'instant où vous vous donnez la peine d'appliquer à l'enseignement certains concepts rectifiés que nous avons construits ici, cela marche bien. Et vous allez aussi trouver, pour peu

que vous ayez besoin d'appliquer ces choses à la vie quotidienne, que là aussi cela marche. Et on pourrait souhaiter qu'à propos des sciences de la nature, on n'ait pas toujours à parler devant un public qui accepte déjà pas mal de choses, mais qui s'en remet toujours – je l'ai déjà fait remarquer pendant ce cours – au jugement du scientifique orthodoxe, des autorités en la matière. Ces autorités ne soupçonnent pas qu'au fond, à l'intérieur de tout ce que nous observons, se joue continuellement quelque chose de tout autre. Dans le langage on pourrait en faire la remarque.

Dans le langage, voyez-vous, on met tout en interactions mutuelles. Nous parlons d'une « poussée ». Ce n'est que parce que nous désignons avec ce mot ce qu'était initialement la poussée que nous-mêmes avons produite, que nous parlons aussi d'une poussée dans un espace dépourvu d'êtres humains. Et inversement, nous exprimons ce qui se passe en nous avec des mots qui sont empruntés au monde extérieur. Mais nous ne savons pas que nous devons regarder dans le monde extérieur, par exemple dans le cosmos des planètes, quand nous voulons comprendre la constitution du corps de la Terre. Et de fait, si nous ne savons pas cela, nous ne pourrions pas apprendre ce que cela signifie. Nous pouvons certes découvrir plein de petits objets intéressants si nous dirigeons notre microscope sur un quelconque germe de plante, sur un embryon animal ou sur une quelconque cellule microscopique; nous découvrons là toutes sortes de choses réellement intéressantes. Mais la signification de ce que nous entrevoyons,

nous la découvririons si seulement enfin nous pouvions voir comment, dans le jeu des échanges de la nature extérieure, s'accomplissent continuellement des fécondations et des fructifications; si nous pouvions étudier comment les planètes doivent être appréhendées en tant que lieux d'origine des effets physiques impondérables; si nous pouvions appréhender dans le cosmos les points de départ de la germination des plantes, de l'embryogenèse des animaux; si nous pouvions ainsi regarder dans ce qui est grand, ce que nous cherchons à voir aujourd'hui en braquant nos microscopes sur la cellule, sur ce qui est petit, où cela ne se trouve pas; si nous pouvions essayer, en fin de compte, de regarder enfin ce qu'il y a autour de nous, – alors, nous pourrions avancer. Le chemin est aujourd'hui déjà clairement tracé. C'est par les préjugés des hommes qu'il est rendu très difficile d'accès. Ces préjugés vont être durs à vaincre. Mais c'est à nous, qu'il appartient de faire tout ce qui est possible pour les vaincre.

Espérons que nous puissions un jour poursuivre ces considérations<sup>76</sup>.

## REMARQUES DE L'ÉDITEUR

Ce second cours scientifique fut tenu comme le premier : *Lumière et matière* GA320 (EAR) par Rudolf Steiner dans la Libre école Waldorf à Stuttgart. Les auditeurs constituaient à peu près le même petit cercle de personnes, principalement le collège des professeurs de l'école Waldorf dont Rudolf Steiner était le directeur, élargi à quelques personnalités de la Société anthroposophique formées aux mathématiques et aux sciences de la nature, et à quelques autres. On pouvait s'adresser à ce cercle comme à des hommes qui connaissaient dans son fondement l'impulsion de la science de l'esprit de Rudolf Steiner, qui s'étaient fait un jugement sur les bases et sur les pas concrets de son action, et qui étaient eux-mêmes désireux de travailler dans la direction de cette impulsion. La publication de tels exposés risquerait de provoquer des malentendus si n'était pas prise en considération la façon dont ils sont apparus. Il ne s'agit pas de la présentation d'une physique nouvelle fixée et achevée, mais du développement d'autres points de vue sur les sciences de la nature et de la stimulation qui en découle, pour le travail de recherche d'un certain nombre de personnalités apportant avec elles une formation de base spécifique. Ce qui fut donné ainsi comme impulsion dans un cercle déterminé s'offre donc, grâce à la publication, à tous ceux qui sont en mesure d'attribuer une signification à la direction de recherche indiquée. Dans le cadre de l'édition complète, ce volume paraît aussi dans le contexte auquel il appartient et n'est de nouveau qu'une pierre dans l'édifice de l'œuvre complète que l'on est en mesure d'embrasser comme un tout relatif, pour autant qu'elle s'est exprimée dans des écrits et des conférences.

Il est dit de ce cours, qu'il voudrait d'un côté offrir quelque chose aux professeurs pour leur enseignement, qu'il est donc aussi orienté vers la pédagogie. Il est cependant clair qu'il ne s'agit pas de présenter simplement la physique de l'école, mais bien, comme toujours dans l'œuvre de Rudolf Steiner, d'une éducation et d'un entraînement du penser et du connaître qui doivent être conduits d'abord à une appréhension élargie de la réalité. Dans le champ des sciences de la nature et en particulier dans celui de la physique, Goethe a

déjà exercé à sa façon une telle appréhension de la réalité. La physique scolaire en est certes très éloignée aujourd'hui. Cependant, il y a d'un autre côté le fait, éclairant notre situation présente d'une façon curieuse, que quelques physiciens peu nombreux mais se trouvant à la pointe de leur science, commencent à développer un intérêt remarquable pour les recherches de Goethe qui ont été pour ainsi dire toujours rejetées par les scientifiques pendant un siècle et demi.

Cependant, la façon dont se déploie ce qui fut présenté dans le cours, fut certes surprenante pour les auditeurs de l'époque, et l'est aussi, pour une raison tout à fait particulière, pour le lecteur d'aujourd'hui. Quiconque considère notamment le développement de la physique dans les années qui ont suivi la mort de Rudolf Steiner et lit avec un sens suffisamment ouvert, par exemple la 12<sup>e</sup> conférence, doit être étonné de la façon dont ces explications mathématiques, qui peuvent sembler n'être qu'un épisode dans l'ensemble du cours, conduisent précisément sur les points autour desquels se sont jouées des choses décisives en physique: l'équation de conduction de la chaleur avec un coefficient imaginaire et l'introduction des superimaginaires dans la physique. Le fait qu'ici, à partir d'un contexte complètement différent de celui de la physique atomique plus tard, on soit conduit à ces sujets, ouvre la perspective d'une signification de ces pas bien plus vaste que ce qui a été entendu jusqu'ici, et soulève par ailleurs aussi des questions sur l'essence particulière de cette nouvelle physique atomique elle-même. Et lorsqu'à la fin de la 10<sup>e</sup> conférence il est dit: «...que la physique moderne ne développe pas du tout ce concept de la matière négative, qui est à la matière extérieure ce qu'est une aspiration à une pression, voilà bien le malheur de cette physique moderne.», cela résonne aux oreilles des physiciens d'aujourd'hui d'une façon très différente qu'à celles des physiciens auditeurs du cours. Le contexte à partir duquel s'exprime Rudolf Steiner et celui, tout différent, dans lequel la physique atomique fut conduite à établir la notion d'antimatière, interdit assurément d'identifier « matière négative » et « antimatière ». On se trouve à nouveau placé devant la question de la façon dont le domaine de réalité apparu dans la physique atomique se comporte envers des domaines de réalité de la nature développés dans ce cours. Cette compréhension doit pouvoir se

déduire d'une saisie réelle du déroulement de ce cours en comparaison avec le chemin de la physique atomique. En dehors de ce cours, des éléments d'orientation vers une réponse se trouvent aussi dispersés en grand nombre à travers l'œuvre entière de Rudolf Steiner. L'un d'eux, très fondamental est donné par la conférence *L'éthérisation du sang* tirée du volume *Le christianisme ésotérique et la direction spirituelle de l'humanité* (1911) GA130 (EAR), dans laquelle est caractérisé le monde infraphysique à côté des mondes physique et supraphysique.

Ainsi, au moment de la publication de ce cours au sein de l'œuvre complète de Rudolf Steiner, certains aspects se sont présentés du fait du développement de la physique elle-même qui ajoutent quelque chose à ce que ces conférences ont pu faire apparaître en leur temps.

Pour l'édition de ce cours, d'autres indications sont nécessaires, en complément de la remarque déjà faite à ce sujet: les difficultés de la sténographie dans de tels cours, dans lesquels il est à la fois expérimenté, écrit et dessiné en simultanéité avec la parole, sont tellement grandes qu'une transcription mot à mot apparaît quasiment impossible. L'édition fut encore compliquée par le fait qu'il n'existait pas de sténogramme mais seulement une retranscription tirée de ceux-ci. Or, le travail à l'œuvre complète a montré que beaucoup de passages dépourvus de sens ont existé du fait que le déchiffrement des abréviations sténographiques a été fait par quelqu'un d'incompétent en la matière. Rudolf Steiner a parlé une fois, lorsqu'il était question de l'édition des cours sur les sciences de la nature, de « coquilles » qui se trouveraient dans les transcriptions et qu'il faudrait qu'il corrige d'abord pour qu'elles soient conformes au sens. Or il n'est pas parvenu à faire cette correction. Il est vraisemblable que dans le présent texte subsistent dans ce sens, ici ou là, des inexactitudes, vu que par ailleurs, le souci majeur de l'édition devait être qu'aucune des pensées réellement dans l'intention de l'orateur ne soit modifiée, et il ne s'agit certes pas ici de pensées banales.

Dans une phase ultérieure, les éditeurs eurent à leur disposition une série d'exemplaires de la première édition, dans lesquels les lecteurs du cours avaient apporté des propositions de corrections, allant de remarques isolées pour certains

passages jusqu'à des manuscrits retravaillés prêts à l'impression. Les éditeurs ont étudié ces nombreuses propositions et en ont fait librement usage. Ils en sont redevables pour l'éclaircissement de nombreux passages problématiques et pour d'autres aides précieuses. Il y a aussi de nombreux passages où le présent texte revient au mot à mot du sténogramme original qui, à ces endroits, avait souvent été modifié lors du premier tirage du cours, sans raisons majeures. Les titres et sous-titres du présent volume proviennent des éditeurs. A l'origine, il était seulement question du *Second cours sur les sciences de la nature*, et occasionnellement aussi, du *Cours sur la chaleur*.

## NOTES

1. A l'occasion des conférences données du 23 décembre au 3 janvier 1920, parues dans l'œuvre complète sous le titre *Impulsions de la science de l'esprit pour le développement de la physique. Premier cours scientifique*, GA 320. Traduit aux EAR sous le titre *Lumière et matière*.
2. L'expérience des trois récipients contenant de l'eau à trois températures différentes était déjà supposée connue pour Locke et Berkeley. Ernst Mach lui aussi la décrit au début de ses *Principes de la théorie de la chaleur développés de façon critique - historique*, Leipzig 1896, mais pour en tirer des pensées fondamentalement à l'opposé de celles qui apparaissent ici. On continue jusque dans les manuels de physique parus récemment, à tenter de démontrer à partir de cette expérience la non-fiabilité des perceptions sensorielles.
3. Zenon: Aux environs de 490-430 avant J.-C., à Elée, élève de Parménide. Il est, d'après Aristote, l'inventeur de la dialectique.
4. Dans le premier cours scientifique, en particulier dans la première conférence, voir à ce propos la note 1.
5. Albert Einstein, Ulm 1879 - Princeton 1955. A énoncé entre autres, la « *Théorie de la relativité restreinte* » en 1905 et en 1915, la « *Théorie de la relativité générale* ».
6. La session de la Société allemande de Physique avait eut lieu à Berlin seulement 10 jours plus tôt. Max von Laue avait pu présenter un tirage d'une photographie transmise par des chercheurs anglais, qui avait été tirée le 29 mai 1919 au Brésil pendant l'éclipse totale de soleil. Selon la théorie de la relativité générale, les étoiles visibles à

proximité immédiate du Soleil devaient être décalées. Les valeurs de mesure présentées confirmaient largement la théorie.

Dans les *Comptes rendus de la Société allemande de Physique* on ne trouve rien au sujet des discussions qui ont eut lieu à la suite de cet exposé et qui auraient été particulièrement intéressantes. R. Steiner y fait ici allusion manifestement sur la base d'articles de journaux qui n'ont cependant jusqu'ici pas pu être confirmés. Toutefois, les nombreuses autres discussions sur la théorie de la relativité qui ont eu lieu en 1920, provoquées par les résultats de l'expédition anglaise pour voir l'éclipse de Soleil, donnent des éclaircissements sur les présuppositions à partir desquelles elles ont été menées. Par exemple, l'*Exposé sur la théorie de la relativité générale et sur sa preuve par l'expérience*, de Sommerfeld (*Archiv für Elektronik*, vol. 9): Dans le spectre solaire les lignes spectrales devraient apparaître décalées vers le rouge par rapport au spectre des sources lumineuses terriennes, ceci étant une conséquence de l'attraction solaire. Mais ce décalage est tellement faible qu'il n'a pas pu être observé jusqu'à présent car il se trouve à la limite des possibilités des appareils de mesure. Pourtant, au cours de l'année 1920, on a cru avoir fait la preuve de quelques-uns de ces décalages.

Le vif intérêt porté par R. Steiner à cette affaire ne concerne pas la confirmation de la théorie de la relativité en tant que telle, mais la possibilité d'agir sur les couleurs dans le spectre au moyen de forces extérieures. Ce cours traite lui-même de cette problématique dans les 11<sup>e</sup> et 12<sup>e</sup> conférences.

7. Le présent cours a lui-même d'une certaine façon donné des exemples de telles confirmations comme cela est indiqué dans les notes.
8. On prête peu attention aujourd'hui au fait que depuis la fin du siècle dernier et depuis le début de celui-ci, une

littérature significative a pris position dans cette direction. Voici quelques exemples qui peuvent le montrer:

E. Mach, *L'analyse de la sensation*, 9<sup>e</sup> édition, 1922 pages 253-256: « Nous devons considérer comme une autre victoire (à partir des recherches précédentes) le fait que le physicien ne se laisse plus opprimer par les moyens intellectuels traditionnels de la physique. Si déjà la « matière » habituelle peut être considérée seulement comme une pensée - symbole bien naturelle et se formant inconsciemment pour un complexe relativement stable d'éléments sensibles, ceci doit être d'autant plus valable pour les atomes et molécules hypothétiques et raffinés de la physique et de la chimie. Ces notions conservent leur valeur pour leurs objectifs spécifiques et limités. Elles demeurent des symbolismes économiques pour l'expérience physico-chimique. Mais comme pour les symbolismes de l'algèbre, il ne faut pas attendre d'elles plus que ce qu'on y a mis, et notamment pas plus d'éclaircissement ou de démonstration que ce qu'on a par l'expérience elle-même. Dans le domaine de la physique, déjà, nous sommes protégés d'une surévaluation de nos symboles. Mais la pensée monstrueuse de vouloir utiliser l'atome pour expliquer les processus psychiques pourra encore moins s'emparer des nôtres. Les atomes ne sont que les symboles de ces complexes singuliers d'éléments sensibles que nous rencontrons dans le domaine restreint de la physique et de la chimie.

... Si nous décomposons l'ensemble du monde matériel en éléments, qui sont en même temps des éléments du monde psychique, qui en tant que tels constituent les ultimes sensations ordinaires, si nous considérons de plus comme l'unique tâche de la science, la recherche sur les combinaisons, les interactions, les interdépendances de ces éléments identiques pris dans tous les domaines; alors nous pouvons à juste titre attendre de cette représentation l'édification d'une construction unitaire et moniste et l'évacuation d'un dualisme déplorable et pourvoyeur de confusion. Lorsque l'on considère la matière comme ce

qui subsiste de façon absolue et qui est immuable, on élimine effectivement le rapport éventuel entre la physique et la psychologie.

... Peu après la parution de la première édition (1885), un physicien me fit la leçon sur le fait que j'avais saisi ma tâche d'une façon bien maladroite. D'après lui, on ne pourrait pas analyser les sensations tant que l'on ne connaîtrait pas les trajectoires des atomes dans le cerveau. Et c'est alors seulement que tout se comprendrait comme de soi-même. Ces paroles, qui peut-être auraient trouvé un sol fertile chez un jeune homme du temps de Laplace pour se développer jusqu'à une théorie psychologique basée sur les « mouvements cachés » (!), ne purent naturellement pas me rendre meilleur. Elles eurent cependant pour effet qu'à Dubois et son « ignorabimus » qui m'était apparu jusqu'ici comme la plus grande des erreurs, j'adressais des excuses silencieuses. C'était bien un progrès essentiel, le fait que Dubois reconnaisse l'insolvabilité de son problème, et cette reconnaissance était bien pour beaucoup d'hommes une libération, comme le prouvent les suites de son propos qui restent en dehors de cela assez peu compréhensible. Le pas plus important consistant à comprendre qu'un problème reconnu par principe comme insoluble doit forcément découler d'une question posée de travers, il ne l'a certes pas fait. En effet lui aussi, comme beaucoup d'autres, considérait l'instrument d'une science particulière comme si c'était le monde réel. »

Wilhelm Ostwald: *"Le dépassement du matérialisme scientifique"*. Conférence tenue à la troisième séance plénière du congrès de la Société allemande des chercheurs en sciences de la nature et des médecins, à Lübeck le 20 septembre 1895 (tiré de *Thèses et conférences*, Leipzig 1904): «...Depuis les mathématiciens jusqu'aux médecins praticiens, tout homme qui pense scientifiquement se forme son opinion sur la question de la façon dont il se bâtit intérieurement une représentation du monde, dans le sens que les objets seraient constitués d'atomes mobiles

et que ces atomes et les forces qui agissent entre eux seraient les ultimes réalités dont procèdent tous les phénomènes particuliers. Il est dans mon intention d'exprimer à ce sujet ma conviction que cette conception admise de façon si générale, n'est pas soutenable; que cette vision mécaniste du monde ne satisfait pas l'objectif pour lequel elle a été bâtie; et qu'elle est en contradiction avec des vérités indubitables et universellement reconnues. La conclusion qui est à tirer de cela ne fait aucun doute: cette conception scientifique insoutenable doit être abandonnée et remplacée si possible par une autre meilleure... L'insuffisance des conceptions mécanistes usuelles sera plus facile à démontrer que la suffisance des nouvelles, que je proposerais de qualifier d'*énergétiques*. » (On peut comparer l'analyse de R. Steiner et les discours d'Ostwald à Lübeck, dans les *Introductions aux écrits scientifiques de Goethe*, vol. 4 première partie, 1897; Edition de poche des *Introductions aux écrits scientifiques de Goethe*, Stuttgart 1962, pages 217 et suivantes.

Georg Helm: *L'énergétique dans son développement historique*, Leipzig 1898, pages 144-146: « L'exposé précédent a de nouveau donné l'occasion d'indiquer que jusque dans les années quatre-vingts de ce siècle, la thermodynamique a été associée étroitement à la théorie cinétique des gaz, c'est-à-dire à l'atomistique. On s'imaginait la chose comme si dans la loi de l'énergie et de l'entropie, il s'agissait d'un bilan global qui serait approprié à de nombreux objectifs techniques, par exemple, de même qu'en mécanique, les intégrales de barycentre ou de surface ou l'intégrale de l'énergie s'avèrent utiles mais ne prétendent jamais suivre les finesses de la nature, et ne fournissent jamais d'information sur la mécanique interne des corps. A celui pour qui la résolution par le mouvement des atomes de tout ce qui se manifeste, se présente comme le but suprême de la science théorique de la nature, à celui-là, la thermodynamique va probablement apparaître comme une théorie au rabais car seuls

lui sont accessibles des relations qu'il ne considérera que comme des conséquences de ce qui à son point de vue représente les processus véritables et les plus intimes. Surmonter cette conception atomistique ne relève pas seulement de l'énergétique, des réflexions plus générales ont à y intervenir. L'énergétique n'a fait essentiellement que bousculer la croyance en la nécessité de l'hypothèse atomiste et en la satisfaction qu'elle devait procurer... Il ne me semble pas, de nos jours, nécessaire de tirer sur le champ de bataille dans le cliquetis des armes contre l'hypothèse mécaniste; elle a fait son devoir... Ce qu'il faut combattre, c'est seulement le fait que l'on cherche à maintenir en vigueur cette hypothèse mécaniste au moyen de toutes sortes d'artifices, comme si l'existence des atomes mobiles importait davantage que de décrire tout simplement les expériences. Mais avant tout, c'est la confusion non encore éradiquée entre l'énergétique et l'hypothèse moléculaire, qu'il faut combattre.

C'est Helmholtz, avec ses travaux fondamentaux de 1847 qui a provoqué cette confusion entre les idées de l'énergétique et l'hypothèse moléculaire. Robert Mayer se maintient complètement en dehors de tout cela et de même, en Angleterre, sous l'influence de Wilhelm Thomson, c'est l'énergétique pure qui s'est développée. En Allemagne, la prépondérance sans cesse croissante de l'hypothèse mécaniste se manifeste très clairement dans l'évolution personnelle de Clausius. Son premier travail de 1850 voit... dans l'énergétique une science nouvelle qui vient se placer aux côtés de la mécanique; mais dans ses travaux ultérieurs, l'hypothèse moléculaire s'introduit de plus en plus et cela semble correspondre à toute l'évolution de la science en Allemagne depuis le début des années 50 jusqu'à celui des années 80, comme une désaffection de la pure clarté des intuitions de Mayer....

Complètement libre de tels parti-pris en faveur de la mécanique de l'atome, établissant sans aucun préjugé les strictes conséquences des deux principes fondamentaux sans loucher ni languir en direction de la mécanique, ainsi se place l'œuvre de Gibbs, en une seule fois, devant le

regard qui suit l'évolution historique. Ici, l'ancienne grande idée de Robert Mayer est transformée en formules mathématiques vivantes, indemnes de toute souillure de l'hypothèse moléculaire.

Quel livre, dans lequel les processus chimiques sont traités sans l'appareil chimique surajouté de l'atome, dans lequel les théories de l'élasticité, de la capillarité et de la cristallisation, de la force électromotrice, sont présentées sans toutes ces béquilles habituelles des causalités atomistiques! Le véritable objet de la science théorique de la nature se dresse ici pur et nu devant nous.... Comme il est étonnant que les gens n'aient pas compris ces travaux de Gibbs, bien que Maxwell ait avec force attiré l'attention sur leur importance. »

9. Rudolf Clausius, Köslin 1822-1888 Bonn. Théoricien de la physique. Ses thèses sur la théorie de la chaleur, qui sont toutes initialement parues dans les *Annales Poggen-dorf*, sont rassemblées dans trois volumes *La théorie mécanique de la chaleur*, Braunschweig 1876-91. Il est à remarquer que les travaux de 1850-56 ont une orientation phénoménologique se reliant à Carnot. En 1857, la théorie mécanique de la chaleur est introduite avec le mémoire *Sur la nature du mouvement que nous appelons chaleur*.
10. Par exemple  $\frac{1}{273}$  pour un gaz à 0°C. De la même façon, d'autres coefficients de dilatation ont été donnés autrefois sous forme de fractions par exemple  $\frac{1}{81000}$  pour le fer.
11. Il est question ici des gaz, ceux qui, contrairement aux vapeurs, ne se laissent pas liquéfier seulement par la compression.
12. Cette représentation n'est pas un schéma graphique habituel mais plutôt une image du processus: La courbe monte lorsque la température s'élève et reste sur place lorsque la température reste constante.

13. Sir William Crookes, Londres 1832-1919. Physicien et chimiste.
14. Le dessin et ses légendes fait défaut.
15. Cette phrase est tronquée dans le sténogramme. Il ressort pas clairement des retranscriptions comment a été décrite la place de la chaleur en relation avec la pression, la capacité de structuration etc. et la température.
16. Emmanuel Kant, Königsberg 1724-1804. Se reporter à *Prolégomènes à une métaphysique qui pourra se présenter comme une science* dans la première partie: *Comment la pure mathématique est elle possible?* (Parag. 6 et suivants).
17. 17. Se reporter à *L'initiation ou comment acquérir des connaissances sur les mondes supérieurs* (1904/05) GA 10 (T) (EAR) et *La science de l'occulte* (1910) GA 13 (T) (EAR). Un exposé donné en rapport avec les sciences de la nature se trouve dans *Limites de la connaissance de la nature* (Dornach 1920) GA 322, en particulier dans les conférences 7 et 8.
18. Rudolf Steiner, *Lumière et matière*, 1<sup>re</sup> conférence, pages 115 et suivantes GA 320 (EAR).
19. Au lieu d'« exactitude » on a dans le sténogramme « difficulté » ce qui doit être un malentendu du sténographe, comme cela a été remarqué par différents lecteurs de ce cours.
20. Rudolf Steiner, *Autobiographie* p.84 GA 28, (EAR).
21. Autour d'un bloc de glace horizontal ne reposant que sur ses extrémités, un nœud coulant est mis en place pour l'expérience, et un poids y est suspendu.

22. Pour 2 parties de bismuth, 1 partie de plomb et une partie d'étain, le point de fusion est 94°C.
23. La transposition dans l'idée vers l'état liquide est signifiée sur la figure par le récipient qui a été dessiné ensuite autour de la direction de la pesanteur et des surfaces de niveau.
24. Voir page 85.
25. A la page 54, il a été dit de la glace et de l'eau qu'elles constituent une « exception cardinale ». Cette exception se retrouve aussi lors de la liquéfaction de la glace sous l'effet de la pression. Il n'y a pas beaucoup d'autres substances qui se comportent de cette façon et ce sont notamment celles qui, comme la glace, flottent sur le liquide qu'elles engendrent en fondant, par exemple le bismuth et le gallium.
26. Eduard von Hartmann, Berlin 1842-1906. Ouvrages principaux: *Philosophie de l'inconscient*, qui a été très remarqué lors de sa parution. Hartmann a par la suite produit des ouvrages sur différents sujets spécialisés de la philosophie mais aussi concernant certains domaines de la vie et des sciences. *La conception du monde de la physique moderne* est parue en 1902, 2<sup>e</sup> édition en 1909. Voir R. Steiner : *Autobiographie* GA 26 (EAR).
27. Voir l'ouvrage cité dans la note précédente, "*La conception du monde de la physique moderne*", page 1.
28. Peu après le cours fut fondée, dans le cadre de la société par actions *Der kommende Tag*, un institut de recherche scientifique disposant d'un département « physique ». La situation de dénuement de cette société à l'époque de l'inflation provoqua cependant la dissolution de l'institut de recherche encore du vivant de R. Steiner (1924). De ce

fait, les recherches expérimentales qui avaient été entreprises à la suite de ce cours, avec quelques premiers résultats positifs, ont été interrompues. Les possibilités d'expérimentations qu'on avait là n'ont par la suite jamais été reproduites dans une mesure comparable et quelques-unes de ces recherches n'ont plus trouvé de continuation appropriée.

29. La forme négative par opposition à la forme positive a été ensuite plus précisément expliquée, en particulier dans le cours suivant donné du 1 au 18 janvier *Science du ciel, science de l'homme* GA 324 (EAR), dans lequel le terme de « contre - espace » est introduit et relié à la géométrie projective.
30. Fondée par Emile Molt (1876-1936) en 1919 pour les enfants des travailleurs de la fabrique de cigarettes Waldorf-Astoria et pour le public, en tant qu'école primaire et secondaire. Elle fut sous la direction de R. Steiner jusqu'à sa mort en 1925 ; c'est aussi lui qui a rassemblé le cercle des professeurs qui y travaillaient et il a assumé les séminaires de leur formation.
31. Le schéma devrait restituer pour l'essentiel le dispositif expérimental installé à ce moment là. La pompe à vide avait pour tâche d'évacuer l'air du condenseur, au début de l'expérience. Elle se rapporte à l'une des améliorations que J. Watt avait apportées à la machine à vapeur.
32. Julius Robert Mayer: Heilbronn 1814-1878, médecin et physicien, voir p. 187. Ses ouvrages sont parus rassemblés sous le titre *La mécanique de la chaleur*, Stuttgart 1867.
33. Hermann von Helmholtz, Postdam 1821-1894 Berlin; physiologue et physicien. *Sur la conservation de la force*, Berlin 1847. L'essai commence par ces mots: « La démonstration des théorèmes présentés peut être saisie à partir de deux points de départ: Soit le principe qu'il ne

serait pas possible de tirer indéfiniment de la force de travail par les effets de combinaisons de forces naturelles les unes avec les autres, soit de l'hypothèse que tous les phénomènes de la nature peuvent se ramener à des forces d'attraction et de répulsion dont l'intensité ne dépend que des distances séparant les points en interaction. »

34. Goethe : *Contributions à l'optique* parag. 46 et suivants, *Esquisse d'une théorie des couleurs*, alinéa 215 et suivants et chapitre *Confessions de l'auteur*.  
Voir R. Steiner : *Lumière et matière Premier cours scientifique* GA 320, (EAR p.107-108).
35. Goethe : *Paroles en prose*. Littéralement: « L'homme est placé si haut sur ce point qu'il peut représenter en lui-même ce qui serait sans cela non - représentable. Qu'est donc en effet une corde et tous ses accessoires mécaniques, à côté de l'oreille du musicien? On peut bien le dire, que sont les phénomènes élémentaires de la nature elle-même, à côté de l'homme qui doit tout d'abord les dompter et les modifier afin de pouvoir en quelque sorte se les assimiler? » Voir *Ecrits scientifiques de Goethe* édités et commentés par R. Steiner dans la *Deutsche National-Litteratur* de Kürschner (1883-97), 5 volumes, réimpression Dornach 1975, GA n°1a-e, volume IV, section 2, p.351; Edition de poche des *Paroles en prose*, Stuttgart 1967, p.21.
36. Le mémoire que J.R. Mayer envoya aux Annales Poggen-dorf date de l'année 1841 et porte le titre *Sur la détermination quantitative et qualitative des forces*. Ce n'est qu'après la mort de Mayer qu'il fut publié (dans les *Petits écrits et lettres de J.R. Mayer. Avec des informations sur sa vie* Edité par J.J. Weyrauch, Stuttgart 1893) et il est peu connu. L'importance de Mayer pour la physique débute avec son traité de 1842 *Remarques sur les forces de la nature inanimée*, voir la note suivante.

37. Poggendorf n'a jamais réagi à l'envoi de Mayer pas plus qu'à ses lettres le sommant de restituer le manuscrit envoyé. On le retrouva, après la mort de Poggendorf (1877), dans les papiers qu'il laissait. On n'a jamais pu établir une prise de position de Poggendorf sur J.R. Mayer allant dans le sens de ce qui est dit là, en dehors de l'attitude qu'il a eue. Par contre, l'ami de Mayer, Gustav Rümelin, écrivit dans l'article *Souvenirs* à propos de Robert Mayer (édité dans *Discours et articles* de G. Rümelin, Neue Folge, Freiburg i.Br.): « Le manuscrit, envoyé aux Annales Poggendorf de Physique et Chimie, où il devait avoir sa vraie place, fut retourné comme étant irrecevable. Il fut envoyé à Giessen pour trouver une place dans les annales de chimie et de pharmacie de Wohler et Liebig. Liebig le prit, bien que son sujet ne relève ni de la chimie ni de la pharmacie ». La formulation de R. Steiner semble ici contredire celle de Rümelin qu'il a aussi nommé expressément à l'occasion en relation avec Mayer. Cependant Rümelin pense à tort que c'est le même traité que Mayer a envoyé aux Annales Poggendorf puis aux Annales de Liebig. C'est sur Rümelin que s'appuient manifestement aussi l'article sur J.R. Mayer dans les *Allgemeinen Deutschen Biographie* de H. Munk (Leipzig 1885) ainsi que beaucoup d'autres passages de la littérature. Or, ces deux traités, de 1841 et 1842, sont très différents quant à leurs idées de base. En 1841, Mayer n'était pas encore en mesure de développer rigoureusement ses idées fondamentales sur la physique de l'époque. Il en va autrement en 1842. Là, non seulement il fait ce lien, mais aussi déjà le calcul de l'équivalence calorique tiré de l'expérience de Gay-Lussac et de la chaleur spécifique de l'air, alors qu'à l'époque, aucun autre physicien n'aurait encore soupçonné une loi de ce type derrière ces faits. Dans une évocation autobiographique datant des années soixante (tirée des archives par Weyrauch), J.R. Mayer écrit en rétrospective de l'année 1841: « A cette époque là, il y avait encore deux erreurs principales qui perturbaient le cours de mes réflexions et m'empêchaient d'accéder à une conception claire des choses. Dans les livres de physique, à

l'époque, à côté de la loi du parallélogramme des forces, il y avait notamment «  $m.v$  » donné souvent comme la mesure du mouvement, et ceci, lié à un résidu de concept d'une force centrifuge et d'une force centripète issu de l'école de philosophie kantienne de la nature, ce qui m'emmenaient dans un labyrinthe d'hypothèses et de contradictions... On peut facilement se représenter qu'un tel système truffé d'extravagances et d'incongruités n'a pas réussi à créer une impression convaincante sur les professeurs de Thübingen à qui je présentai confidentiellement cette nouveauté. Entre-temps, toutefois, je ne me suis pas laissé détourner de l'idée fondamentale de l'équivalence du travail et de la chaleur, et comme il devait bientôt m'apparaître clairement que la mesure du mouvement, la *quantitas motus*, ne devait dépendre que du carré de la vitesse et non pas de la vitesse tout simplement,...je parvins aussi à mettre mes idées dans une forme plus claire, et c'est ainsi qu'à la fin de l'année 1841, mon système put être présenté sous cette forme épurée au professeur Jolly qui siégeait à l'époque à Heidelberg.... Cette présentation a pu dans l'ensemble bénéficier de l'approbation de Jolly qui m'invita à poursuivre mon sujet et à l'élaborer jusqu'à la publication. » L'envoi d'un manuscrit aux *Annales Poggendorf* (en juin 1841) n'est ici pas du tout mentionné, ce qui est étonnant. Dans le combat pour la reconnaissance de l'apport de Mayer, il n'a joué aucun rôle puisqu'il n'était connu de personne. Quand il parle de ses extravagances à propos de sa présentation de 1841, Mayer vient bien donner raison à Poggendorf et aux autres physiciens. Cependant, dans le sens de ce que dit R. Steiner, on doit aussi regarder ce qui alors avait été méconnu: la force de l'idée, qui, en dépit des « extravagances », se dressait derrière l'ensemble.

38. Johann Christian Poggendorf, 1796-1877, éditeur des *Annales de physique et chimie* de 1824 à 1877, actif parallèlement pour la recherche dans de nombreux domaines de la physique et de la chimie. De lui proviennent divers instruments et méthodes de mesure. Historien de

la physique, éditeur du *Dictionnaire littéraire et biographique de l'histoire des sciences exactes*, qui donne pour plus de 8000 savants les dates et les œuvres produites (1863; poursuivi jusqu'en 1962). « Poggendorf a toujours attribué une importance prépondérante aux fondements expérimentaux, laissant délibérément de côté les spéculations oiseuses » (évocation dans le volume 160 des *Annales*).

39. A la place d'«organe de l'ouïe», on a dans le sténogramme «organes supérieurs».
40. On n'a pas réussi à trouver d'interprétation pertinente pour le mot « là ».
41. Le dessin en question est difficilement compréhensible en dehors du déroulement de son tracé. De la comparaison du texte avec les dessins assez divers rencontrés sur les différents exemplaires de manuscrits, on tire en gros l'idée du processus suivant: Une surface bleue plus ou moins rectangulaire représente les domaines depuis les gaz jusqu'à l'état solide en bas. Vers le haut et le bas s'enchaînent en rouge les domaines chaleur,  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , d'une part et  $U$  d'autre part, mais ces « queues » rouges seront recourbées et rabattues latéralement dans le domaine bleu probablement par la droite et par la gauche. Une différenciation importante des côtés gauche et droit telle qu'elle figure dans la plupart des manuscrits de même que dans la première édition, a dû apparaître du fait des copies successives.
42. La recopie du dessin de la page 203 en bas ainsi que sa légende ne se trouvent que dans le manuscrit d'un seul des participants au cours et ils ont probablement été complétés par lui. Ils peuvent cependant être utiles pour aider à la compréhension.

43. Cette phrase est encore suivie, dans le sténogramme de: « Mais nous devons surmonter ce processus », ce qui ne se relie pas de façon juste au texte qui précède. Il est probable qu'une phrase faisant le lien a été perdue.
44. Tout ce qui est dit à cet endroit se réfère à un schéma qui manque dans le sténogramme. Le schéma de la page 213 a été placé par l'éditeur, repris de la conférence précédente. Il lui manque les compléments qui ont certainement été introduits lors de cette conférence.
45. Les mots « là » et « ici » sont difficiles à interpréter, notamment à cause de l'absence du dessin, voir la note précédente ainsi que la suivante.
46. Divers lecteurs de ce cours en sont venus à des compléments convergents pour le schéma de la page 213, notamment par un dessin du type suivant (voir aussi la note de la page 213):

Z	Volonté
Y	
X	
Chaleur	Etre humain
Gaz	
Liquide	
Solide – Forme	Représentation
U	

47. Voir la note 64.

48. Voir la note 1, et particulièrement dans la 5ème conférence du cours, p.110 (EAR) ainsi que l'allocution placée en exergue de l'ouvrage.
49. Le dessin fait défaut, mais il ressort de ces propos qu'on a utilisé un appareil semblable à celui de la page 206, rempli d'alcool à la place du mercure.
50. Rudolf Steiner les a résumées de la façon suivante dans une note à l'occasion de l'édition des *Ecrits de Goethe sur les sciences de la nature*: « Après Goethe, Becquerel et Eugen Dreher ont bien mérité de la recherche des phénomènes concernant la « matière lumineuse ». Par les réalisations géniales de ce dernier chercheur, nous avons reçu sur la chose des informations d'une clarté tout à fait remarquable. (cf. *Contribution à notre théorie atomique et moléculaire moderne*, de E. Dreher, Halle 1882); Dreher plaça à la lumière de la « matière à luminescence verte » (il en existe aussi une à luminescence bleu-violet, mais qui réagit moins bien), et aussi bien à la lumière solaire incolore qu'à une lumière ayant traversé différentes substances. Il utilisa 1° un ballon de verre incolore contenant une solution concentrée d'alun de potassium. 2° un ballon identique contenant une solution d'iode dans le sulfure de carbone. 3° un ballon semblable avec une solution concentrée d'aesculine, et 4° un ballon d'eau distillée. L'action de la solution concentrée d'alun de potassium est que ne se produit dans l'espace pris par le spectre, aucun effet calorique; avec la solution d'iode, aucun effet lumineux; enfin avec la solution d'aesculine, aucun effet chimique (le chlorure d'argent, par exemple, ne noircit pas). Tous ces effets se rencontrent quand on utilise le quatrième ballon. La matière luminescente qui fut exposée à la lumière ayant traversé la solution d'alun et d'eau, manifesta (à l'obscurité) une luminescence indubitable (phosphorescence), et par contre, celle qui était exposée à la lumière ayant traversé la solution d'iode ou d'aesculine, ne manifesta aucune trace de luminescence. Dreher a alors, à l'inverse, exposé à de la lumière diver-

sement modifiée, de la matière portée à la luminescence. Il s'avéra que sous l'influence de la lumière ayant traversé la solution d'iode ou d'aesculine, la luminescence devint d'abord plus intense, puis cessa ensuite complètement, alors qu'elle se prolongea sous l'influence de la lumière ayant traversé la solution d'alun. Cette dernière observation s'accorde complètement avec le fait connu depuis longtemps que la matière luminescente qui a été exposée un certain temps à la lumière et dont la luminescence a déjà cessé, peut être reportée à la luminescence, mais seulement une fois, par un échauffement. Lorsqu'ensuite, la matière a cessé de luire, un deuxième échauffement n'agira de nouveau qu'après que le corps ait été au préalable réexposé à la lumière. Il résulte de ces observations que la propriété de luminescence (phosphorescence) de la « matière lumineuse » est provoquée par la même force que celle qui provoque les effets chimiques. La chaleur peut certes faire se manifester de la luminescence, mais ne peut donner à la matière la capacité de luire; elle anéantit même cette capacité lorsqu'elle fait se manifester la luminescence. C'est pourquoi la lumière à laquelle a été enlevée l'aptitude aux effets chimiques, mais a été laissée l'aptitude aux effets caloriques (celle qui a traversé la solution d'aesculine) provoque d'abord une luminescence, puis ensuite une extinction totale du corps phosphorescent. »

51. R. Steiner : *Lumière et matière*, GA 320 (EAR page 138 et 139).
52. Dans le sténogramme, la phrase était: « ...ce qu'il me faut encore comprendre ici dans le domaine du matériel ».
53. Clausius: Voir note 9.
54. Max Planck: Kiel 1858-1947 Göttingen, théoricien de la physique.  
Déclaration du physicien berlinois Planck: elle se trouve dans la conférence de Planck tenue le 23 Septembre 1910

lors de l'assemblée des médecins et chercheurs allemands à Königsberg: « Dans la conférence de Helmholtz à Königsberg que j'ai citée au début, celui-ci a exprimé avec insistance que le premier pas vers la découverte du principe de l'énergie a été accompli lorsqu'est survenue la question: Quelles relations doit-il y avoir entre les forces de la nature pour que le mouvement perpétuel soit impossible à réaliser? On peut de même assurément affirmer à bon droit que le premier pas vers la découverte du principe de la relativité correspond à la question: Quelles relations doit-il y avoir entre les forces de la nature pour qu'il ne soit pas possible de mettre en évidence de quelconques propriétés matérielles pour l'éther de lumière? Si donc les ondes lumineuses se propagent à travers l'espace sans être affectées du moindre support matériel? Alors, naturellement, l'idée de vitesse d'un corps en mouvement ne pourrait pas être définie en ce qui concerne l'éther de lumière, et encore moins être mesurée. Il n'est pas nécessaire de relever qu'avec cette façon de voir, la conception de la nature est tout bonnement impossible à unifier. » (*La place de la nouvelle physique dans la conception mécaniste de la nature*, Revue physicienne n°11 pages 922-932 (1910); Max Planck: *Conférences et traités de physique*, Braunschweig 1958, volume 3 pages 30-46).

55. Ernst Mach, Turas (Mähren) 1838-1916 Haar près de Munich. Il cite encore dans ses *Principes de la théorie de la chaleur* (voir la deuxième note concernant la page 11), aux pages 345-346, W. Thomson et F. Wald.
56. E. Mach, *Principes de la théorie de la chaleur*.
57. Goethe: « Les couleurs sont les faits et gestes de la lumière, ses actes et ses souffrances ». *Traité des couleurs*. Préface (T).
58. Le mot « pourraient » a été ajouté lors de l'édition.

59. Voir la note 1, en particulier les pages 80 et suivantes et 123 et suivantes du cours, GA 320 (EAR).
60. Jean-Baptiste Joseph Fourier, Auxerre 1768-1830 Paris, mathématicien, physicien, secrétaire de l'Institut d'Egypte. Ouvrage principal *Théorie analytique de la chaleur*, Paris 1822.
61. Cette phrase fut associée à de courtes explications qui l'introduisait mais dont la retranscription n'est pas claire dans le sténogramme. La signification du mot « effet » dans l'expression « effet de conduction de chaleur », n'est pas directement compréhensible dans le contexte présent. Il peut être pris dans un sens très général comme synonyme de processus, donc, ici, « processus de conduction calorique », mais on peut aussi le comprendre dans un sens particulier mais moins courant, comparable à celui qu'il a dans la conférence suivante qui parle d'« effets chimiques » par opposition aux processus chimiques.
62. La formule  $w = w = \sqrt{-1 \cdot c \cdot s \cdot (du / dx) \cdot dt}$  fut écrite de telle sorte que la racine carrée était tirée sur l'expression entière. Pourtant il ne devait assurément pas être exprimé plus que le fait que  $w$  devait être affecté de la qualité d'un imaginaire. Ce qu'il y a dans cette équation, c'est le fait que l'équation de conduction de la chaleur avec un coefficient imaginaire représente du point de vue mathématique, une sorte de cas le plus simple de l'équation de Schrödinger, sauf que l'équation de conduction elle-même n'est pas conduite ici jusqu'à la différentielle d'ordre 2, mais est entendue seulement en référence à Fourier. A l'époque de la présentation de cette équation, elle pouvait encore apparaître comme absurde, en physique. En 1926, Schrödinger a présenté une équation semblable dans un contexte tout différent en découvrant une « mécanique ondulatoire » en analogie avec

l'«optique ondulatoire ». Cela devint l'un des fondements de la nouvelle physique atomique.

63. La parenthèse qui suit ces mots contient une précision de l'éditeur qui résulte du dessin de la page 255 et de l'ensemble du contexte, en particulier du signe affecté aux équations (1) et (2). Une autre confirmation se trouve dans ce qu'a dit R. Steiner à la séance de discussions du jour précédent, voir la note suivante.

64. La discussion eut lieu en prolongement des deux conférences du Dr E. Blümel *Sur les imaginaires et sur le concept d'infini et d'inaccessible* et de A. Strakosch *Les constructions mathématiques comme transitions entre l'image originelle et le reflet*. A la question du Dr Blümel: "Est-il possible d'arriver à une vision vivante des imaginaires, ou plutôt, existe-t-il des entités réelles à la base des imaginaires, Rudolf Steiner répondit:

« La réponse à cela n'est pas aussi simple. Pour cette raison que justement quand on essaie de formuler cette réponse, on doit s'éloigner très fortement du domaine de ce qui est évident. On a déjà vu, lorsque j'ai eu à répondre à une question du Dr Müller, que j'avais besoin de montrer, pour donner une relation compréhensible dans un cas mathématique, comment cette relation d'idée se retrouve dans le passage entre un os long et un os crânien. C'est quand même ainsi un peu plus évident. On peut au moins là avoir devant soi les objets à contempler, même si c'est dans le passage d'un objet à l'autre.

Si l'on veut regarder le nombre imaginaire comme une réalité spirituelle, alors se donne la chose suivante: comme je l'ai justement montré lors de ces considérations sur la physique, on a besoin de passer des nombres positifs aux négatifs quand on veut atteindre des représentations conformes à la réalité sur certains rapports entre ce qu'on appelle la matière pondérable et ce qu'on appelle l'impondérable. Pourtant, même dans la concrétisation de domaines très habituels, il se trouve des impératifs qui montrent que l'on doit dépasser les notations habituelles

courantes. Je veux dire seulement ceci. On peut, par exemple, lorsqu'on dessine le spectre habituel quand il est devenu linéaire, tracer une ligne droite du rouge en passant par le vert jusqu'au violet; cependant, si on le dessine ainsi, on n'aura pas, dans la symbolisation tout ce qui est à considérer, et tout n'y sera seulement contenu que si l'on dessine, pour symboliser le rouge, une ligne courbe qui évolue ainsi dans ce plan (quelque chose fût dessiné), et qui, pour atteindre le violet pénètre à l'intérieur du tableau et repasse par dessus de sorte que, vu du dessus, le rouge apparaîtrait placé en quelque sorte devant le violet. Il m'a fallu déporter vers le dehors et redéporter en sens contraire avec le violet. J'obtiendrais par cela une caractérisation du fait que le violet pénètre dans l'élément chimique et que le rouge en sort de par sa position. Je suis donc dans la nécessité ici déjà, d'élargir la ligne droite de sorte que le dessin habituel que je fais est déjà une projection de ce que je devrais effectivement tracer. Dans les faits, si on veut être clair sur certaines choses qui se donnent simplement, si je puis dire, dans ce qu'il y a de plus réel, on n'est pas seulement obligé de passer du matériel positif à un matériel négatif, mais on est aussi peu satisfait si on le fait, qu'on pourrait l'être lorsqu'ici, sur la ligne droite, on progresse du rouge par le vert jusqu'au violet. Si vous réfléchissez maintenant au cercle ainsi dessiné, alors, cependant que vous êtes obligés de venir du même point qui se trouve ici et de ne plus revenir en ce point, vous êtes obligés ici de continuer en une spirale. De la même façon, si vous passez du spatial au non-spatial par la symbolisation du positif et du négatif, vous êtes obligés de continuer jusqu'à ce qui serait l'espèce supérieure au spatial et au non-spatial.

Admettez donc que, de même que par ailleurs il pourrait y avoir, de deux espèces différentes, une synthèse qui les contiennent toutes deux, nous pourrions nous représenter qu'il existe quelque chose qui est à la fois spatial et non-spatial. Pour cela il faut rechercher un troisième terme. Et maintenant, si l'on pénètre réellement dans la réalité qui est au-dessus de la réalité physique, et que l'on exprime

cette réalité physique avec le signe positif, on est alors tout simplement dans l'obligation d'assortir l'éthérique, la réalité éthérique par laquelle on s'en va hors de l'espace et qu'on entre donc déjà dans le spirituel, du signe négatif. Mais si l'on veut aller dans l'astral, on ne s'en sort pas non plus avec le spatial et le non-spatial, et l'on doit passer justement à ce troisième terme qui se comporte à l'égard du positif et du négatif exactement comme les imaginaires dans les mathématiques formelles. Et l'on serait également obligé, si l'on passait de l'astral à la véritable entité du Je, de mettre par écrit un concept qui serait superimaginaire à l'égard du concept de l'imaginaire. C'est pourquoi l'antipathie à l'égard des superimaginaires m'a toujours été aussi peu sympathique, car on a réellement besoin de ce concept lorsqu'on s'élève jusqu'au Je. Il n'est pas possible de s'en passer – il s'agit de savoir si on l'applique de façon juste quand on reste dans le pur formalisme des mathématiques –, il n'est pas possible de s'en passer quand on procède de façon juste avec les formules mathématiques et que l'on ne sort pas du réel. Je me suis entretenu aujourd'hui avec quelqu'un que j'ai rencontré, d'un problème semblable qui montre très clairement, à propos du domaine mathématique, que l'on peut avoir dans les manipulations mathématiques des choses dont il est extraordinairement difficile d'établir le lien avec la réalité, c'est le problème des probabilités. Je peux dans les questions d'assurance calculer la date de la mort de quelqu'un, et c'est valable pour le groupe de population. Il m'est pourtant impossible, à partir de cela de tirer la conclusion que cet homme là dont il est question doit mourir exactement dans l'année qui a pu être calculée. La réalité tombe donc pour moi en dehors de mes calculs. Il est de même très fréquent que certains résultats de calculs soient justes au point de vue formel mais ne s'accordent pas avec ce qui est réel. Et il pourrait aussi se faire que l'on doive parfois rectifier le formalisme des mathématiques d'après de telles données de la réalité allant au-delà de l'empirique. Il faudrait d'abord démontrer s'il est bien exact que, lors-

que j'ai  $ab = 0$  on ne peut atteindre ce résultat que si l'un des facteurs est 0. Si c'est le cas, il est assurément vrai que l'on obtient 0 comme résultat. Mais il faut soulever la question: Ne pourrait-il se faire que l'on obtienne aussi 0 bien qu'aucun des deux facteurs ne soit zéro? Cela pourrait être le cas si l'on était mis par la réalité dans la nécessité de venir aux nombres superimaginaires, qui sont alors les correlâts adaptés à une réalité allant au-delà de l'empirique.

Effectivement donc, il nous faut rechercher à élaborer clairement, en mathématique, ce qu'est le réel dans son rapport à l'imaginaire, et le superimaginaire dans son rapport à l'imaginaire et au réel, mais il se peut que l'on soit aussi obligé de modifier les lois du calcul. »

Que l'on se rapporte aussi à ce qui est exposé dans *Les arrières plans spirituels de la première guerre mondiale* GA 174b Dornach 1974, pages 192-193 (non traduit)

65. En 1928, P.A.M. Dirac a introduit les nombres superimaginaires dans la physique atomique pour atteindre une compréhension approfondie de l'électron. Ce pas, lié aux idées de la théorie des quanta et de la théorie de la relativité, ouvrit la possibilité de penser l'antimatière qui doit être capable d'anéantir la matière dans la conception de la physique atomique.
66. Wilhelm Preyer, Moss Side (près de Manchester) 1841-1897 Wiesbaden; *Physiologue et psychologue*. Voir *Faits et problèmes des sciences de la nature*, Berlin 1880 et un article de R. Steiner: *Wilhelm Preyer*. Mort le 15 Juillet 1897, *Magazin für Litteratur*, 1897, reproduit dans *Fondements méthodiques de l'Anthroposophie* 1884-1901, GA 30 Dornach 1961 pages 346-359 (non traduit).
67. Emil Du Bois-Reymond, Berlin 1818-1896; *Physiologue*. Son discours souvent cité par R. Steiner *Sur les limites de la connaissance de la nature* fut tenu le 14 Août 1872

devant la 45<sup>ème</sup> assemblée des Chercheurs et médecins allemands à Leipzig.

68. Les expériences qui avaient été décrites dans la 11<sup>ème</sup> conférence mais n'avaient pu être complètement réalisées, ont été faites à ce moment à l'aide d'un dispositif un peu différent dont on ne dispose cependant pas du schéma.
69. Littéralement; « Plus le processus cosmique se rapproche de l'équilibre total, plus ses différences d'intensité deviennent petites, et plus il progresse lentement vers cet équilibre; pour des différences infiniment petites, la lenteur devient infinie. Le processus ne se termine donc pas complètement sur une durée finie, mais il devient infiniment proche de l'équilibre, de sorte que la durée restante infiniment longue peut être négligée au vu du processus infiniment petit qui subsiste. La loi de la perte de valeur enseigne que le processus cosmique dérive et que, dans un temps fini, il doit atteindre un état dans lequel plus aucune conversion d'énergie ne sera possible, et longtemps avant que les gradients de température ne soient devenus infiniment petits. » E. von Hartmann, *Esquisse d'une philosophie de la nature* (= Système de la philosophie en esquisse, vol. II), Bad Sachsa 1907, p.92.
70. Dans le sténogramme, on a: « ...que ce n'est pas toute la chaleur... qui peut lui correspondre autrement que... »
71. Eugen Kolisko, Vienne 1893-1939 Londres; professeur et médecin scolaire à la Libre école Waldorf de Stuttgart, auteurs d'écrits scientifiques et médicaux. Le titre de sa conférence devait être en gros, si on le déduit de la séance de discussions animée par R. Steiner, du genre: *Chimie dépourvue d'hypothèses*.
72. La phrase est tronquée dans le sténogramme.

73. Une théorie qui explique l'électricité orageuse par le frottement de la vapeur sur l'air a été développée par Friedrich Jordan dans *La nature, revue pour la diffusion de la connaissance scientifique et l'observation de la nature, destinée aux lecteurs de tous les niveaux* (29<sup>e</sup> année, Halle 1880). La revue se trouve dans la bibliothèque de R. Steiner. Jordan renouvelle de vieilles conceptions que la *Grande Encyclopédie* (Paris, autour de 1896) résume par ces mots à l'article *Foudre*: « L'analogie entre l'éclair et l'étincelle électrique a tout de suite été remarquée dès que l'on fut en mesure d'engendrer des étincelles suffisamment fortes, et conduisit à admettre que dans l'atmosphère doivent exister des causes semblables à celles qui produisent de l'électricité dans nos machines. Ces dernières assurent la production de l'électricité au moyen de frottements ou par l'influence de corps électrisés avoisinants. De là vient l'hypothèse de la charge électrique des nuages sous l'effet du frottement sur les pentes des montagnes ou sur d'autres nuages, etc. »
74. Hermann von Baravalle, né à Vienne en 1898, Professeur à l'école Waldorf de Stuttgart à partir de 1920, puis fondateur d'écoles Waldorf aux USA. Auteur d'écrits dans les domaines des mathématiques, de la physique, de l'astronomie et de la pédagogie.

Ernst Bindel, 1884-1952; mathématicien. Il enseigna entre autres, à l'école Waldorf de Stuttgart : *Les nombres et leurs fondements spirirtuels* (EAR).

Alexandre Strakosch, Brünn (Mähren) 1879-1958 Dornach; ingénieur constructeur, professeur à l'école Waldorf de Stuttgart à partir de 1919, fut appelé en 1921 à la direction de l'institut de recherche scientifique du *Kommenden Tag*, Stuttgart.

75. Celui de la vie culturelle, de la vie juridique et de l'économie. En 1920, R.Steiner se trouvait en plein mi-

lieu du travail mené publiquement avec une grande intensité pour la tripartition de l'organisme social. Voir *Éléments fondamentaux pour la solution du problème social* (1919) GA23 (EAR).

76. Du 1 au 18 janvier 1921 R. Steiner fit un troisième cours à Stuttgart : *Science du ciel, science de l'homme* GA324 (EAR).

## *Ouvrages de R.Steiner disponibles en langue française aux Editions Anthroposophiques Romandes*

### **Agriculture**

**Alimentation et développement spirituel**

**Alimentation et santé**

**Âme, son avenir**

**Anthroposophie, une cosmosophie vol. 1**

**Anthroposophie, une cosmosophie vol. 2**

**Anthroposophie, l'homme et sa recherche...**

**Anthroposophie, psychosophie...**

**Apparition du Christ dans le monde éthérique**

**Arrière-plans spirituels de l'histoire...**

**Art à la lumière de la sagesse des mystères**

**Art éducatif**

**Art de guérir approfondi par la méditation**

**Aspects spirituels de l'Europe du Nord...**

**Autobiographie, 2 vol. sous coffret**

**Bases de la pédagogie**

**Calendrier de l'âme (bilingue)**

**Centres initiatiques**

**Chaleur et Matière**

**Chemin vers une connaissance de soi**

**Christian Rose-Croix et sa mission**

**Christianisme ésotérique**

**Christianisme et les mystères antiques**

**Chronique de l'Akasha**

**Chute et Renaissance spirituelle**

**Comment retrouver le Christ**

**Congrès de Noël**

**Connaissance du Christ**

**Connaissance, logique, pensée pratique**

**Culture pratique de la pensée**

**Degrés de la connaissance supérieure**

**Démarche de l'investigation spirituelle**

**Développement occulte de l'homme**

**Economie sociale**

**Education des éducateurs**

**Education un problème social**

**Éléments fondamentaux pour la solution...**

**Enigmes de l'âme**

**Enigmes de la philosophie, 2 vol.**

**Enseignement et éducation**

**Entités spirituelles**

**Esotérisme de l'évangile de Marc**

Esprit de Goethe  
Essence de la musique  
Etapes de la méditation (Floride)  
Eveil au contact du moi d'autrui  
Evolution cosmique du point de vue...  
Expériences vécues par les morts  
Expériences de la vie de l'âme  
Foi, amour, espérance  
Fondation de la Société Anthroposophique Universelle  
Forces cosmiques et la constitution...  
Forces formatrices et leur métamorphose  
Goethe et sa conception du monde  
Guides spirituels de l'homme...  
Histoire du monde... Moyen Age...  
Histoire occulte  
Homme une énigme (L')  
Homme suprasensible (L')  
Imagination, Inspiration, Intuition  
Impulsion du passé et d'avenir  
Initiation  
Intervention des forces spirituelles  
Karma, considérations ésotériques Vol. 1  
Karma, considérations ésotériques Vol. 2  
Karma, considérations ésotériques Vol. 3  
Karma, considérations ésotériques Vol. 4  
Karma, considérations ésotériques Vol. 5  
Karma, considérations ésotériques Vol. 6  
Langage des formes du Goetheanum  
Liberté et amour. Isis-Sophia  
Lucifer et Ahriman  
Lumière et matière  
Macrocosme et microcosme  
Manifestation de l'esprit dans la nature  
Médecine et science spirituelle  
Médicament et médecine à l'image...  
Messages de Noël  
Métamorphoses de la vie de l'âme  
Mission cosmique de l'art  
Moi, son origine spirituelle (Le)  
Mystère des deux enfants Jésus  
Mystères du seuil  
Mystique et anthroposophie  
Nature des Anges  
Nature des couleurs  
Nietzsche  
Noces chymiques de Christian Rose-Croix

Pâques, mystère de l'humanité, présence de Michaël  
Parler, rire, pleurer  
Pédagogie et connaissance de l'homme  
Pédagogie curative  
Philosophie de la liberté  
Philosophie et anthroposophie  
Physiologie occulte  
Physiologie et thérapie  
Pratique de la pédagogie  
Premier Goetheanum  
Préfigurations du Mystère du Golgotha  
Processus physiques et alimentation  
Psychologie du point de vue de l'anthrop.  
Psychopathologie et médecine pastorale  
Questions humaines  
Rapports avec les morts  
Rencontre des générations (pédagogie)  
Réalité des mondes supérieurs  
Réincarnation et karma  
Santé et maladie  
Signes et symboles occultes  
Science du ciel  
Science de l'occulte  
Serpent vert. Les mystères (Goethe-Steiner)  
Seuil du monde spirituel  
Sommeil  
Sources spirituelles de l'anthroposophie  
Textes autobiographiques  
Théorie de la connaissance chez Goethe  
Théosophie  
Théosophie du Rose-Croix  
Thérapie et science spirituelle  
Trois rencontres de l'âme humaine  
Vérité et science  
Vie entre la mort et une nouvelle naissance  
Voie méditative  
Zodiaque et les douze sens  
Zodiaque et les professions typiques

***Autres auteurs :***

Vie sensorielle (Göbel)

Vivons-nous les commencements (Lazaridès)

Triompher du racisme,.. (P.Archiat)

Rudolf Steiner, Récit d'une... (Samweber)

Sociothérapie (Ducommun)

Souvenirs (Mücke)

Réincarnation dans la vie quotidien(P.Archiat)

Rencontres humaines (Floride)

Rudolf Steiner, Récit de..(A.Samweber)

Noces chymiques (Andreae-Steiner)

Nombres (Bindel-Steiner)

Métamorphose de la Suisse (Branche N. De Flüe)

Lumière ,ténèbres et couleurs (L.Collot-d'Herbois)

Légendes de l'enfance (J.Streit)

Marie Steiner de Sivers (Wiesberger)

Dictionnaire de Christologie (M. Nouvel)

Eurythmie thérapeutique (Dr.M.Kirchner-Bockholt)

Enfant (L'), (Glöckler, Goebel)

Histoires d'animaux (J.Streit)

Goetheanum, l'impulsion... (Biesantz)

Christianisme ou le Christ? (P.Archiat)

Bâtir pour la pédagogie Steiner (Raab)

Art merveilleux des Jardins (A. Klingborg)

Répertoire des œuvres écrites de Rudolf Steiner  
disponibles en langue française

GA

- in* 1 Introduction aux œuvres scientifiques de Goethe (1883-1897) partiellement publiées dans Goethe : Traité des couleurs. Goethe : La Métamorphose des plantes. (T)
- 2 Une Théorie de la connaissance chez Goethe (1886). (EAR)
- 3 Vérité et science (1892). (EAR)
- 4 Philosophie de la liberté (1894). (EAR), (N)
- 5 Nietzsche, un homme en lutte contre son temps (1895). (EAR)
- 6 Goethe et sa conception du monde (1897). (EAR)
- 7 Mystique et anthroposophie (1902). (EAR)
- 8 Le Christianisme et les Mystères antiques (1902). (EAR)
- 9 Théosophie (1904). (T), (EAR), (N)
- 10 L'Initiation ou comment acquérir des... (1904). (T), (EAR), (N)
- 11 Chronique de l' Akasha (1904). (EAR)
- 12 Les Degrés de la connaissance supérieure (1905). (EAR)
- 13 Science de l'occulte (1910). (T) (EAR)
- 14 Quatre Drames-mystères (1910-1913). Ed. Bilingue. (T)
- 15 Les Guides spirituels de l'homme et de... (1911). (EAR)
- 16 Un Chemin vers la connaissance de soi (1912) (EAR)
- 17 Le Seuil du monde spirituel (1913) (EAR)
- 18 Les Énigmes de la philosophie (1914) (EAR)
- 21 Des Énigmes de l'âme (1917) (EAR)
- 22 L'Esprit de Goethe (1918) (EAR)
- 23 Éléments fondamentaux pour la solution... (1919) (EAR)
- 24 13 articles sur la tripartition sociale (1915-1921) dans le volume : Éléments fondamentaux pour la solution. (EAR)
- 26 Directives anthroposophiques (1924-1925) (T)
- 27 Données de base pour un élargissement de l'art de guérir selon les connaissances de la science spirituelle. En collaboration avec le Dr Ita Wegman (1925) (T)
- 28 Autobiographie (1923-1925) (EAR)
- in* 30 Goethe, père d'une esthétique nouvelle (1889) (T)
- in* 34 Réincarnation et karma. Comment le karma agit (1903) (EAR)
- in* 34 L'Éducation de l'Enfant à la lumière de la science... (1907) (T)
- 35 Philosophie et Anthroposophie (1904-1917) (EAR)
- 35 La démarche de l'investigation spirituelle (1914-1918) (EAR)
- in* 35 Noces chymiques de Christian Rose-Croix (1917) (EAR)
- in* 40 Le Calendrier de l'âme (1912). Édition bilingue (EAR)
- in* 40 Douze harmonies zodiacales (1915). Édition bilingue (T)

(EAR) : Éditions Anthroposophiques Romandes, Genève

(T) : Éditions Triades, Paris. – (N) : Éditions Novalis, Montesson

## Extrait de la table des matières

Opposition entre vision des couleurs  
et sensations caloriques.

Non réversibilité des processus organiques  
et des grands processus inorganiques.

La physique goethéenne.  
La température comme quatrième dimension  
chez Crookes.

Les représentations passives conscientes  
infiltrées par les perceptions des sens supérieurs.

Connaissance de l'espace et du temps d'une part  
et de la masse d'autre part.

La chaleur entre densification-raréfaction et  
matérialisation-spiritualisation.

Le spectre habituel et le cercle fermé des couleurs  
chez Goethe.

Matière négative dans l'être humain  
Point d'origine cosmique de la germination  
microscopique.

ISBN 2-88189-144-6



9 782881 891441