

FICHE 2

Les protéines végétales: bienfaits, limites et tendances

Stéphane Salmieri, Agent de recherche

Monique Lacroix, Professeure titulaire

INRS – Centre Armand-Frappier Santé Biotechnologie

Octobre 2022 (Mise à jour: Août 2023)

SOMMAIRE

Introduction	2
I. Paramètres de mesures de protéines	3
II. Intérêts des protéines végétales	5
III. Limites des protéines végétales	9
IV. Applications et enjeux industriels	11
V. Procédés technologiques pour surmonter la limite nutritionnelle des protéines végétales	12
VI. Aliments enrichis en protéines végétales	13
Conclusion	13
Références	14
Pour en savoir plus	17
Qui sommes-nous – Les membres du groupe INRS-PROX	20
Remerciements	20

Introduction

Les consommateurs sont de plus en plus à la recherche de produits naturels, sains, biologiques et respectueux de l'environnement. Cet engouement génère de plus en plus de produits enrichis en protéines végétales. À l'origine destinés aux végétariens et aux végétariens, ces substituts aux protéines animales s'adressent désormais à l'ensemble de la population (Morach et al., 2021; Neri, 2021). Ces changements de comportement se sont accentués depuis la pandémie de COVID-19 et démographiquement, les "millennials" et la génération Z sont porteurs d'un message de consommation d'aliments à base de protéines végétales (Kerry, 2020).

Les protéines végétales se retrouvent dans de nombreux aliments dans des proportions différentes (Jafarzadeh *et al.*, 2022; Botella, 2021; Sa *et al.*, 2020; Loveday, 2019). Les différentes sources de protéines végétales sont présentées sommairement à la **Fig. 1**. Elles proviennent en outre:

- majoritairement des légumineuses : pois (cassés, chiches, petits), haricots (secs), soja, lentilles, fèves, etc.;
- des oléagineux : arachide, sésame, colza, amandes, noix, noisettes, etc.;
- des céréales : blé, riz, avoine, maïs, etc.;
- des pseudo-céréales : quinoa, sarrasin, etc.;
- des tubercules : pommes de terre, patate douce, manioc;
- des fruits et légumes (en quantité négligeable);
- des champignons, des micro-algues (ex : spiruline), des épices et aromate.

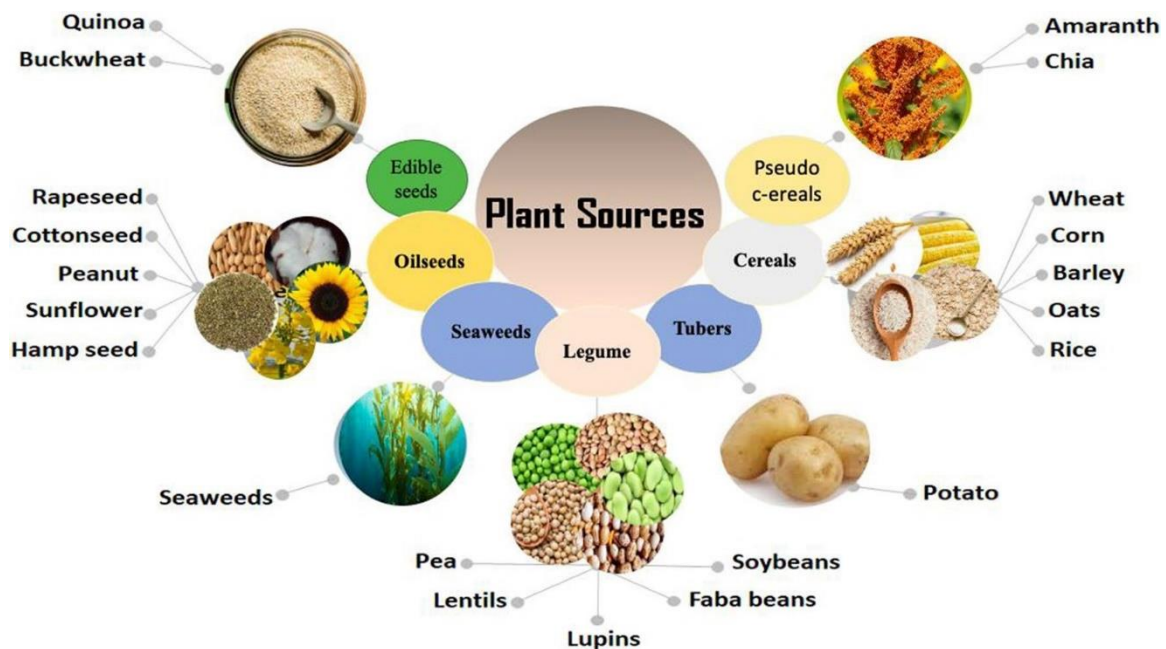


Figure 1 – Principales sources de protéines végétales (d'après Jafarzadeh *et al.*, 2022).

Le marché des aliments à base de protéines végétales est en pleine croissance depuis quelques années, notamment par une conscience environnementale et un intérêt de plus en plus marqué pour le "veganisme" chez les consommateurs (Manus, 2022). D'un point de vue nutritionnel, les protéines

végétales sont reconnues comme étant "incomplètes" en raison de leur déficience en acides aminés essentiels (AAE), mais aussi de leur digestibilité plus faible par rapport aux protéines animales (dû à la présence de certains facteurs antinutritionnels). Or, de nos jours, les consommateurs peuvent choisir les aliments qui leur conviennent le mieux —en particulier les aliments protéinés— et peuvent ainsi adopter un mode de régime alimentaire à base de protéines végétales à condition de bien savoir les choisir et les combiner (ActiNutrition, 2022). Ainsi,

Dans le marché actuel, on note par exemple que le soja et le pois dominent le marché des suppléments protéiques d'origine végétale (Baroke, 2018). Les protéines de soja sont considérées comme la source la moins coûteuse de protéines de haute qualité nutritionnelle et sont donc les protéines végétales prédominantes disponibles dans le monde (Lonnie *et al.*, 2020). Mais de nombreuses autres protéines sont en émergence du fait que le marché est en plein essor (Askew, 2020).

Cette fiche présente un portrait des protéines végétales sur le marché de l'alimentation, en lien avec leurs bienfaits et limites sur le plan nutritionnel, les enjeux industriels et les moyens technologiques qui peuvent être employés pour surmonter ces limites.

I - Paramètres de mesure des protéines

Les protéines sont des macronutriments essentiels au corps humain de par leurs fonctionnalités structurales et métaboliques (Wadhwa *et al.*, 2014). Elles sont composées d'acides aminés dont 9 sont des acides aminés essentiels (AAE) : isoleucine (Ile), leucine (Leu), lysine (Lys), méthionine + cystéine (Met+Cys), tryptophane (Trp), phénylalanine + tyrosine (Phe+Tyr), thréonine (Thr), valine (Val), histidine (His). Les AAE ne sont pas synthétisés par le corps et doivent donc être apportés par l'alimentation (Botella, 2021). Les protéines ont des rôles structuraux essentiels impliqués dans le renouvellement des tissus, la formation de la peau, des tendons, des os, etc. Elles ont également des rôles métaboliques via les enzymes, les hormones, et peuvent ainsi agir comme transporteurs biochimiques. Leurs rôles sont très divers et elles interviennent dans presque toutes les fonctions de la vie cellulaire (Nature, 2014).

Les besoins en protéines varient en fonction de l'âge et de l'activité physique. Ils sont aussi fonction du type de protéines, végétale ou animale, pour lesquelles l'absorption est différente (Mariotti, 2017). Les apports nutritionnels conseillés (ANC) en protéines chez les adultes sont d'environ 0.8 g/kg/jour, mais il est plus élevé chez les populations ayant une plus grande demande métabolique (par ex. les nourrissons, les enfants, les femmes enceintes/allaitantes, les athlètes) (Davies et Jakeman, 2020). Plusieurs éléments caractérisent la qualité nutritionnelle d'une protéine: sa composition en AAE, sa digestibilité ainsi que son absorption par le métabolisme (Manus, 2022; Hertzler *et al.*, 2020; Sa *et al.*, 2020; Loveday, 2019). Les facteurs d'évaluation couramment utilisés sont:

- le **Coefficient d'Efficacité Protéique** (CEP ou *PER*, *Protein Efficiency Ratio*; par mesure du gain de poids/protéines ingérées);
- la **digestibilité** (par dosage de l'azote avant/après digestion *in vitro* ou *in vivo*);
- plus spécifiquement, l'**indice chimique** (IC) qui représente l'efficacité de l'azote absorbé à répondre aux besoins en AAE et menant au calcul du **PDCAAS** (Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score). Une valeur d'IC < 100 indique que la protéine a au moins un acide aminé limitant. L'albumine de l'œuf est la protéine de référence la plus courante car son IC est égal à 100.

D'autres grandeurs dérivées peuvent être mesurées telles que : valeur protéique, valeur biologique, valeur nutritionnelle, biodisponibilité, coefficient d'utilisation digestive, teneur en acide aminé limitant. À noter que la valeur protéique d'un aliment (contenu en protéines totales) est généralement diminuée par la cuisson ou la conservation (Botella, 2021). À titre indicatif, la teneur en protéines des légumineuses, céréales et oléagineux est présentée au **Tableau 1**.

Tableau 1 – Teneur en protéines des légumineuses, céréales et oléagineux (d'après Botella, 2021).

Source	g/100 g d'aliment cru	g/100 g d'aliment cuit
Légumineuses		
Seitan (gluten de blé)	23	75
Tofu nature	-	9.9
Soja (graines)	-	37.8
Haricot rouge	9.6	22.5
Lentilles corail	10.6	25.4
Lentilles vertes	10.1	25.4
Pois chiche	8.3	20.5
Petit pois	5.8	5.8
Haricot blanc	6.8	19.1
Céréales		
Quinoa	4.1	13.8-21.9
Orge	9.9	12.0
Riz complet	3.2	7.0
Riz blanc	2.9	7.0
Riz sauvage	3.8	11.1
Pâtes au blé complet	4.8	12.6
Avoine	1.5	18.1
Oléagineux		
Arachides	22.8	-
Amandes avec peau	21.1	-
Graines de tournesol	21.3	-
Chia	16.5	-
Noix cemeaux	13.3	-
Noisette	13.9	-
Noix de cajou	-	15.2

Pistache	-	18.4
----------	---	------

II – Intérêts des protéines végétales

- **Sources variées.** Les sources de protéines végétales sont variées (voir liste des aliments à la page 2). Cependant, elles exigent une bonne complémentarité afin de combler les carences en certains acides aminés (par exemple, compléter les céréales —déficitaires en lysine et riches en méthionine— avec des légumes secs —riches en lysine et pauvres en méthionine (Botella, 2021). Ainsi, une méthode pratique pour améliorer les valeurs nutritives des protéines végétales consiste à mélanger des protéines possédant des acides aminés complémentaires.
- **Réduction du risque de maladies cardiovasculaires.** Les protéines végétales sont connues pour être riches en fibres, en vitamines et en antioxydants, avec des effets protecteurs contre les maladies du cœur. Elles peuvent réduire le risque de maladies cardiovasculaires tandis les protéines animales, spécialement les viandes rouges, peuvent l’augmenter (Naghshi *et al.*, 2020; Richter *et al.*, 2015; Pan *et al.*, 2012). On attribue ces effets protecteurs aux nombreux nutriments et composés bénéfiques présents dans les aliments d’origines végétales tels que les vitamines antioxydantes, les polyphénols, les minéraux, les acides gras mono- et polyinsaturés (Hu, 2003).
- **Réduction des risques de cancers.** Le fait que les protéines végétales soient riches en nutriments et métabolites à hautes propriétés biologiques leur confèrent également un rôle de prévention des cancers. Elles peuvent réduire les risques de cancer par rapport aux protéines animales. Citons par exemple la cuisson des viandes rouges à hautes températures qui peut former des amines hétérocycliques et des hydrocarbures aromatiques polycycliques reconnus comme étant cancérigènes (Sinha *et al.*, 2009).
- **Nombreuses applications aux populations particulières.** Le nombre de personnes optant pour une consommation de protéines végétales est en constante augmentation aussi bien au niveau canadien qu’au niveau international. L’alimentation végétarienne est appropriée à tous les âges de la vie et à toutes les catégories de personnes (enfants, femmes enceintes, personnes âgées, sportifs, etc.). Il existe sur le marché de nombreux laits infantiles avec protéines végétales, compléments nutritionnels (isolat de pois, hydrolysate de riz, soja, chanvre), produits alimentaires enrichis en protéines (Manus, 2022; Botella, 2021) pouvant mener par exemple à des substituts de boissons laitières (solutions alternatives) parmi lesquels: lait d’amande (60%), lait d’avoine (15%), lait de coco (10%) et lait de soja (7%) (Kouri, 2022) mais aussi leurs dérivés (fromages, yogurts) (Hu *et al.*, 2022; Kerry, 2020). Les protéines de pois, de fèves et de patate dominent le marché nord-américain dans ce secteur (**Fig. 2**).

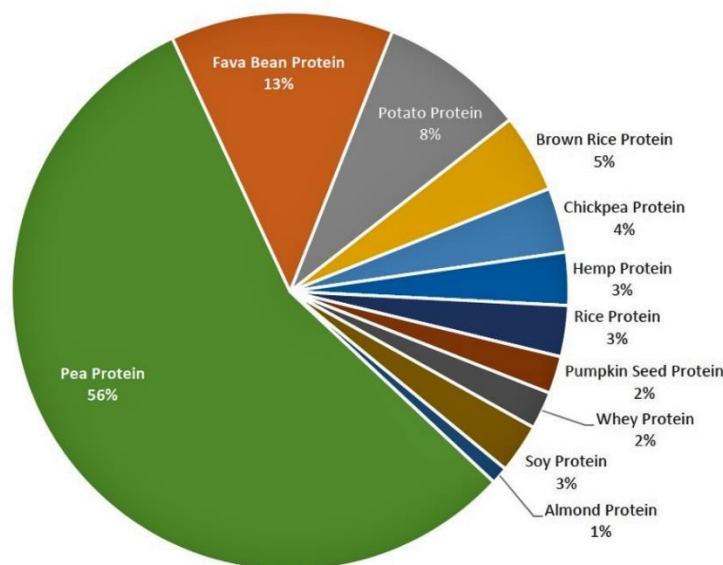


Figure 2 – Protéines végétales les plus utilisées comme substituts de produits laitiers au Canada et aux États-Unis en 2017-2020 (d'après Kouri, 2022).

LE SAVIEZ-VOUS? CONTRAINTES RÉGLEMENTAIRES AU CANADA. Une réglementation obsolète et un manque d'infrastructures et de formation professionnelle freinent le développement de nouveaux ingrédients d'origine végétale. À cela s'ajoutent les méthodes réglementaires qui diffèrent d'une région à l'autre pour évaluer leur qualité (AIC, 2019). Bien que la réglementation sur les produits à base de protéines végétales inclut des allégations nutritionnelles et de santé, celle-ci est également soumise à l'étiquetage de la présence d'allergènes (contenus par exemple dans le blé, le soja, le lupin) ou d'organismes génétiquement modifiés (OGM; contenus par exemple dans le soja, le maïs) (GEPV, 2022).

- **Intérêt socio-environnemental.** Dans un contexte d'agriculture et d'alimentation durables, la consommation d'une plus grande quantité de protéines végétales est une perspective intéressante pour répondre à la demande mondiale en protéines alimentaires (Xu *et al.*, 2021; Davies et Jakeman, 2020; Larré *et al.*, 2016). Selon l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), un système alimentaire durable est "un système qui assure la sécurité alimentaire et la nutrition pour tous de manière à ne pas compromettre les bases économiques, sociales et environnementales nécessaires pour assurer la sécurité alimentaire et la nutrition des générations futures" (FAO, 2022). Une consommation plus importante de protéines végétales peut avoir de nombreux effets positifs pour notre santé et celle de notre planète (Perreault, M., 2022).

En effet, les préoccupations concernant le bien-être animal, la sécurité alimentaire, le développement durable et la santé humaine sont les principaux moteurs de l'implantation du marché des protéines végétales à l'échelle mondiale (Beacom *et al.*, 2021; Askew, 2020; Sa *et al.*, 2020; Pierce, 2016). Les différentes motivations des consommateurs de protéines végétales à l'usage de substituts de viandes et de produits laitiers sont présentées à la **Fig. 3**.

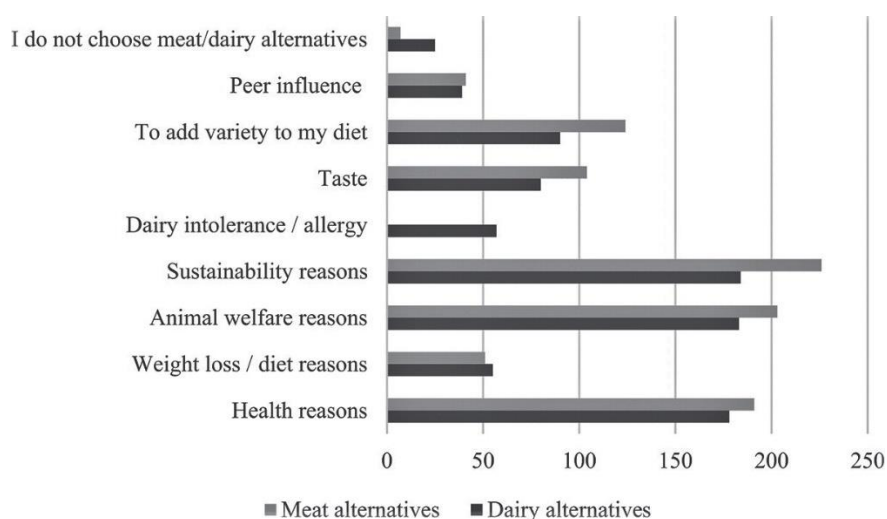


Figure 3 – Motivations des consommateurs de protéines végétales dans leurs choix de viandes et produits laitiers alternatifs (d’après Beacom *et al.*, 2021).

LE SAVIEZ-VOUS? INFLUENCE DE LA COVID-19. La pandémie de Covid-19 a influencé davantage la perception des citoyens vis-à-vis du bienfait de consommer des protéines végétales sur la base de leur capacité à renforcer le système immunitaire (Alwarith *et al.*, 2020; FN Media Group, 2020; Hancocks, 2020). En réponse à la crise sanitaire, la prise de conscience collective sur l’aspect santé, sociétal et environnemental de la consommation de protéines végétales s’est intensifiée et a mené à de nombreux changements comportementaux en matière d’alimentation dans les sociétés occidentales. Ce contexte sanitaire a ainsi permis de favoriser le marché des protéines végétales marqué par des indicateurs nets—investissements record—au niveau des grandes compagnies alimentaires telles que Else Nutrition, Beyond Meat, Tyson Foods, Kellog’s, Bunge et l’obtention de nombreuses certifications de l’USDA. Les recommandations de médecins, diététiciens et chercheurs, basées sur les propriétés antioxydantes et la teneur en flavonoïdes et fibres associées à un régime alimentaire à base de protéines végétales, a ainsi influencé le marché des aliments santé, en pointant du doigt les personnes particulièrement vulnérables durant la pandémie.

- **Intérêt économique.**

Facture du consommateur. Le prix des aliments devrait augmenter de 5 à 7% en 2022 au Canada (Charlebois *et al.*, 2022). D’une manière générale, les légumineuses et le tofu sont généralement plus abordables que les produits de viande avec un ratio de moitié du prix/kg. Un moyen de réduire la facture d’épicerie malgré l’augmentation du prix des aliments serait donc de consommer des protéines d’origine végétale (Perreault, 2022).

Analyse du marché. À l’échelle canadienne et internationale, l’analyse du marché des protéines végétales révèle des chiffres surprenants et très prometteurs. Le marché à l’échelle mondiale s’élève à 10.8 milliards de dollars en 2022, avec un taux de croissance annuel de 6.7% (AIC, 2019). Ce secteur en pleine expansion développe de nouveaux aliments fonctionnels et des protéines végétales à haute valeur ajoutée qui se substituent aux protéines animales. En plus du secteur alimentaire, le marché comprend également les cosmétiques, les produits pharmaceutiques et les produits d’alimentation animale. Les ventes mondiales augmentent annuellement de 8% depuis

2010. À titre d'exemple, au Canada, les ventes de produits à base de protéines végétales ont atteint plus de 1,5 milliards de dollars en 2017. En 2020, la valeur marchande de la viande végétale dans le monde était estimée à elle seule à 6.67 milliards de dollars US —et devrait atteindre 16.7 milliards en 2026 (Statista Research Department, 2021). Enfin, on note une tendance à augmenter les ingrédients à base de légumineuses au profit de ceux à base de soja. Entre 2010 et 2014, le nombre de nouveaux produits contenant des légumineuses a augmenté de 74%. Le Canada est le plus gros producteur et exportateur mondial de pois secs et de lentilles, avec une production de 4.6 millions de tonnes de légumineuses en 2017. À l'échelle mondiale, l'entrée en scène des géants de l'agroalimentaire a freiné la croissance des 3 segments phares précédents—boissons végétales, desserts végétaux, traiteur végétal— au profit d'une plus large gamme d'alternatives végétales selon les régions du monde. On note également que les grands industriels prennent le pas sur les acteurs historiques, avec par exemple Nestlé (Garden of Eatin') qui s'est imposé sur le marché européen du traiteur végétal au profit de Bjorg, Nutrition & Santé, Triballat Noyal (Neri, 2021).

LE SAVIEZ-VOUS? LE CANADA EST LE PLUS GRAND PRODUCTEUR ET EXPORTATEUR MONDIAL DE LENTILLES ET DE POIS SECS. Ainsi, le Canada pourrait tirer profit de la nouvelle tendance mondiale à consommer davantage de protéines végétales. À titre d'exemple, la production canadienne de pois chiches a quadruplé —passant de 83,500 t à 311,300 t (Boutros, 2019). Les Prairies canadiennes sont en passe de devenir le "pôle du fractionnement des légumineuses", une méthode novatrice utilisée pour cibler et extraire les protéines qui seront utilisées essentiellement comme ingrédients alimentaires (Sim *et al.*, 2021; AIC, 2019).

- **Moteurs du marché.** Les moteurs du marché des protéines végétales reposent sur 4 principaux facteurs qui "alimentent" le besoin des consommateurs de se tourner vers de plus saines habitudes de vie (d'après AIC, 2019; Pierce, 2016):
 - **La croissance de la population** (aspect en sécurité alimentaire);
 - **La modification des habitudes alimentaires** (aspect sociétal);
 - **Les bienfaits pour la santé** (aspect nutritionnel et en santé humaine);
 - **L'intendance environnementale** (aspect agro-environnemental et durabilité).

LE SAVIEZ-VOUS? TENDANCES FUTURES DANS LE SECTEUR DES PROTÉINES VEGGAN EN POUDRE VS PROTÉINES D'INSECTES. En 2018, le marché américain des protéines végétales en poudre se composait essentiellement des pois (80%), du riz (54%), du chanvre (21%), du soja (13%) et de l'amarante (13%). Étant donné qu'un grand nombre de ces protéines végétales arrivent actuellement sur le marché, les termes "Protéines végétales" ou "Vegan" ne sont plus des facteurs de différenciation. Ainsi, les fabricants devront promouvoir d'autres caractéristiques telles que des avantages spécifiques pour la santé associés à certaines protéines, ou encore l'inclusion de plantes (par ex. herbe d'Ashwagandha) pour attirer l'attention des consommateurs et ajouter de la valeur. Par ailleurs, les protéines d'insectes vont sérieusement concurrencer les protéines végétales à moyen et long terme (Loveday, 2019). Les protéines d'insectes représentent des protéines complètes bien qu'elles ne soient pas végétaliennes et elles sont un facteur-clé en termes de développement durable car elles sont produites efficacement à partir de déchets (Baroke, 2018).

- **Source d'innovation scientifique et technologique.** Les domaines clés de la recherche sur les produits d'origine végétale comprennent notamment **la détermination de l'origine, l'isolement et la fonctionnalisation, la formulation, la transformation et la distribution (Fig. 4)**. Ces

composantes ouvrent ainsi les portes de l'innovation industrielle sur l'ensemble de la chaîne de valeur.

L'intersection entre les produits naturels ("clean label") et ceux à base de protéines végétales constitue une base importante pour l'innovation dans le secteur des aliments santé. Comparativement aux décennies précédentes, les produits à base de végétaux génèrent de plus en plus d'innovation comme substituts aux viandes et aux produits laitiers. L'évolution du marché "Clean label" s'est transformé ces dernières années, passant de l'innocuité alimentaire vers des aliments naturels, nutritifs avec une plus grande teneur en végétaux (Sim *et al.*, 2021; Askew, 2020). Cette évolution génère depuis quelques années de nombreux projets de recherche axés sur l'utilisation d'ingrédients à base de protéines végétales incluant: protéines alternatives, produits naturels et "clean label", reformulations, substituts aux produits de viande et produits laitiers, aliments santé, aliments fonctionnels, mets préparés, aliments transformés, ingrédients fonctionnels (saveurs, saveurs), ingrédients nutritionnels, produits alimentaires enrichis en protéines, etc. (Hu *et al.*, 2022; Kutzli *et al.*, 2021).

DOMAINES D'INNOVATION CLÉS

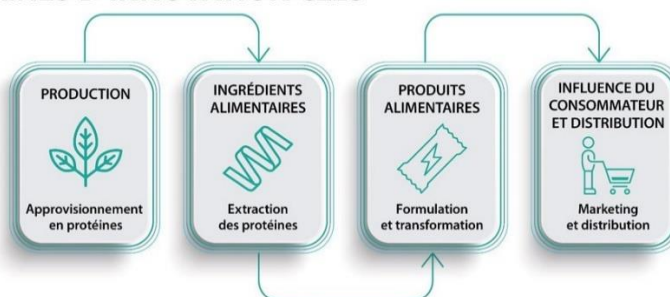


Figure 4 – Les différents domaines d'innovation scientifique/technologique reliés au marché des protéines d'origine végétale (d'après Agri-food Innovation Council (AIC), 2019).

LE SAVIEZ-VOUS? UTILISATION NON ALIMENTAIRE DES PROTÉINES VÉGÉTALES. En raison de leur complexité, les protéines peuvent être utilisées pour fabriquer des matériaux plastiques biodégradables/biocompatibles —et parfois comestibles, des fibres, des tensio-actifs ou des adhésifs ayant des propriétés fonctionnelles originales. Ces applications s'inscrivent dans une perspective de matières renouvelables et de développement durable (Jafarzadeh *et al.*, 2022). Parmi les protéines végétales utilisées pour l'élaboration de tels matériaux, on note la zéine du maïs, le gluten de blé, le soya en raison de leur masse molaire, de leur faible solubilité et de la polarité de leurs acides aminés. Pour ce faire, le réseau protéique tridimensionnel doit être "réarrangé" et les technologies mises en œuvre sont analogues à celles des matériaux synthétiques —dits pétrochimiques, soit par voie humide (par évaporation de solvants), soit par voie sèche (par procédé thermoplastique) (Guilbert, 2002).

III – Limites des protéines végétales

- **Teneur en acides aminés limitée.** La plupart des protéines végétales sont dites de moins bonne qualité que les protéines animales. Les protéines animales sont qualifiées de protéines complètes, car elles fournissent tous les AAE pour combler les besoins de l'organisme. En revanche, les

- protéines végétales sont considérées pour la plupart comme incomplètes, car elles ne procurent pas les quantités nécessaires en AAE (Botella, 2021). Pour cette raison, il est généralement recommandé aux végétariens ou végétaliens, de combiner une céréale avec une légumineuse du fait que chacune contribue à combler leurs apports respectifs en méthionine et en lysine (Manus, 2022) et à annuler ainsi mutuellement leurs déficiences en ces acides aminés.
- **Plus faible digestibilité.** Le CEP, la digestibilité et le PDCAAS des protéines végétales (constituées essentiellement de protéines globulaires) sont également plus faibles que ceux des protéines animales. À titre d'exemple, le PDCAAS est de 100% pour les protéines animales, 50% pour le riz, et varie entre 30 et 70% pour le pois. Cette plus faible digestibilité est due à la structure globulaire des protéines mais aussi à la structure de la graine contenant des éléments non digestibles et par certains composés qui empêchent l'action des enzymes digestives chez l'humain (Manus, 2022; Botella, 2021).
 - **Carences en certaines vitamines et oligo-éléments.** Bien les protéines végétales soient connues pour être riches en fibres, en vitamines et en antioxydants, elles ne contiennent pas de vitamine B12 (que l'on retrouve exclusivement dans les produits d'origine animale), très peu de vitamine D et de zinc. Une faible consommation de produits laitiers permet de pallier le déficit en vitamine B12 et vitamine D chez les végétariens (Basset, 2022). Et une alimentation végétale équilibrée permet de combler facilement les besoins en zinc (Vegan Pratique, 2022).
 - **Plus faible absorption digestive du fer et facteurs antinutritionnels.** Les protéines végétales contiennent du fer non hémique, moins bien absorbé que le fer hémique retrouvé dans les produits d'origine animale (viandes, poissons). En effet, le rendement d'absorption digestive du fer hémique est en moyenne de 25% tandis que celui du fer non hémique est de seulement 1%. Par extension, en cas de régime végétarien, il est donc nécessaire de porter une attention toute particulière au risque d'anémie lié à une carence en fer (anémie ferriprive). D'autre part, certains éléments antinutritionnels (non digestibles) se retrouvent notamment dans les légumineuses et les céréales. Parmi ces éléments, citons les lectines (contenues dans les légumineuses et les céréales), les phytates (présents dans les noix, graines et céréales), les saponines et les inhibiteurs enzymatiques (ex : anti-trypsines) entraînant une digestion moins efficace. Ainsi, l'absorption du fer non hémique —très influencé par les autres aliments comparativement au fer hémique— est principalement diminuée par les phytates (présents dans l'enveloppe des grains complets), les polyphénols et tanins (présents dans le thé), et les protéines de soja (Hurrell and Egli, 2010; Siegenberg *et al.*, 1991). Ces facteurs antinutritionnels délétères peuvent être éliminés lors de procédés de transformation des aliments.
 - **Allergies et intolérances.** Santé Canada a émis des recommandations (en lien avec les associations médicales) et des brochures d'information, et a imposé un étiquetage obligatoire des risques allergènes à l'égard de la moutarde, l'arachide, les graines de sésame, le soja, les noix, le blé et triticale (intolérance au gluten) (<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/aliments-nutrition/salubrite-aliments/allergies-alimentaires-intolerances-alimentaires/allergies-alimentaires.html>; <https://allergiesalimentairescanada.ca/>). Parmi les facteurs allergènes, on compte les globulines, albumines, gliadines et gluténines (ex : réactions allergiques à médiation IgE). Cependant, cette problématique n'est pas exclusive aux protéines végétales et les allergies aux protéines animales (protéines bovines, œuf, poisson) sont également très fréquentes (Neirat, 2001).

LE SAVIEZ-VOUS? PERCEPTION DU MARCHÉ DES ALIMENTS ULTRA-TRANSFORMÉS. Souvent, "protéines végétales" rime avec "aliment ultra-transformé" et pas nécessairement avec "naturalité" contenant une grande quantité d'ingrédients synthétiques incluant additifs, colorants, saveurs, texturants (ex: Beyond Meat). Il faut manger plus de produits frais et cuisiner davantage (Agence QMI, 2019). Là encore, cet aspect n'est pas exclusif aux protéines végétales et concerne également les aliments transformés d'origine animale.

IV – Applications et enjeux industriels

L'analyse du marché des protéines végétales par le Conseil de l'innovation agroalimentaire du CNRC (AIC, 2019) a permis de mettre en lumière les différents facteurs qui entrent en jeu dans les stratégies d'innovation. Le secteur des protéines végétales développe de nouveaux aliments fonctionnels et des substituts à haute valeur ajoutée des protéines animales. Leur champ d'application ne se limite pas aux compléments alimentaires et trouve également des voies d'exploitation dans le secteur agricole, cosmétique, pharmaceutique, énergétique et en alimentation animale (Wadhwa *et al.*, 2014). Il est prévu que dans 25 ans, 20% de la viande vendue sera composée de produits végétaux. Enfin, le secteur des boissons à base de produits végétaux a bénéficié d'une croissance annuelle de 33% entre 2014 et 2019.

Les producteurs du secteur des protéines végétales ont identifié **4 stratégies** afin de tirer parti de ce marché en pleine essor (AIC, 2019):

- 1) **Lancer de nouvelles entreprises** axées sur les produits à base de végétaux;
- 2) **Lancer une gamme de produits d'origine végétale** ou **modifier des ingrédients existants**;
- 3) **Effectuer des acquisitions** afin de renforcer leur marque et leur gamme de produits;
- 4) **Étendre, diversifier et ajuster leur gamme de produits grâce à la R-D** pour qu'ils restent alignés sur le marché actuel.

Actuellement, **la demande pour des ingrédients à base de légumineuses augmente au profit des produits à base de soja** et s'étend des céréales pour déjeuner aux collations. Il existe actuellement un consortium industriel très important au Canada, **la Supergrappe des industries des protéines** (Protein Industries Canada; PIC), dont la mission est d'accélérer l'innovation et la compétitivité du secteur des protéines végétales au Canada à travers des co-investissements. Leur programme et plan stratégique "chaîne de valeur" a permis de mettre en place de nombreux projets industriels ayant pour but d'accéder à de nouveaux marchés et de développer des activités dans le secteur de l'agroalimentaire. Un des axes stratégiques implique les outils de recherche pré-concurrentielle, de prototypage et d'essais, d'amélioration des relations commerciales afin de favoriser le contact entre les entreprises innovatrices et les fabricants multinationaux d'aliments et d'ingrédients (PIC, 2019). **De nombreux projets —accessibles sur leur site web (<https://www.proteinindustriescanada.ca/fr/projets>)— présentent des études de cas concrets qui pourraient répondre aux besoins des industries qui désirent appliquer l'utilisation de protéines végétales à leurs gammes de produits.** Parmi ces études, on note par exemple :

- Création d'aliments végétaux à haute teneur en protéines végétales (pois chiche);
- Ingrédient innovateur à base d'avoine pour l'amélioration d'aliments/de boissons;
- Engrais durable fabriqué à partir de coques de légumineuses;
- Méthode optimale d'extraction de protéines dans les graines de tournesol;
- Création d'un ingrédient protéique végétal hautement fonctionnel;
- Nouveau partenariat canadien pour stimuler le marché des fromages végétaux;
- Développement de succédanés de viande de haute qualité;
- Développement de variétés de pois et de chanvre pour la transformation des ingrédients;

- Aliments pour animaux et ingrédients à base de plantes;
- Élargissement des marchés de protéines végétales en se dotant de technologies de pointe;
- Amélioration du contenu en protéines des produits à base de légumineuses;
- Utilisations médicales et domestiques des mélanges de protéines à base de plantes;
- Nouvelles applications pour les farines à base de légumineuses;
- Amélioration de la fonctionnalité des ingrédients à base de légumineuses;
- Partenariat de création d'aliments à base de plantes

Ainsi, rejoignant la vision stratégique de la Supergrappe de PIC, les industriels qui veulent se lancer dans le marché des protéines végétales devront relever **6 grands défis** (Neri, 2021):

1. Élargir le socle de consommateurs aux "flexitariens" (semi-végétariens);
2. Rassurer sur la composition des produits;
3. Profiter d'un marché encore ouvert pour établir leur position;
4. Intégrer les circuits de la restauration hors foyer (RHF);
5. Améliorer la compétitivité au niveau du prix de leurs produits;
6. Anticiper la concurrence des viandes cultivées (issues de l'ingénierie tissulaire) — cet enjeu étant défini à plus long terme.

V – Procédés technologiques pour surmonter la limite nutritionnelle des protéines végétales

Il a été démontré que certains procédés de transformation alimentaire tels que le trempage, la germination, le blanchiment, l'autoclavage, le rôtissage, l'extrusion, la cuisson, la micronisation, la fermentation ou l'irradiation (pasteurisation à froid) permettent d'augmenter la valeur nutritive et la digestibilité de certaines protéines végétales (Manus *et al.*, 2021a; Manus *et al.*, 2021b; Sim *et al.*, 2021; Davies et Jakeman, 2020). Ces traitements permettent en outre une pré-hydrolyse des protéines, et donc une meilleure assimilation s'accompagnant parfois d'une amélioration des propriétés sensorielles et physico-chimiques du produit (Allahdad *et al.*, 2022; Botella, 2021). Ces procédés peuvent, par exemple, accroître la susceptibilité à l'hydrolyse des protéines globulaires en rendant plus accessibles les sites de coupure par les protéases digestives. À l'inverse, des traitements de chauffage, de pression, de pH trop drastiques peuvent nuire à la digestibilité de certains acides aminés du fait de changements structuraux très importants, ce qui peut affecter leur techno-fonctionnalité comme ingrédients alimentaires (Kutzli *et al.*, 2021; Guéguen *et al.*, 2016).

La fermentation permet d'améliorer les valeurs nutritionnelles de nombreux légumes et céréales, notamment en effectuant une sorte de "prédigestion" par hydrolyse. Les micro-organismes impliqués dans la fermentation produisent des enzymes capables d'hydrolyser les constituants de la matrice alimentaire, permettant de réduire les facteurs antinutritionnels, et améliorant ainsi la digestibilité et la qualité nutritionnelle de l'aliment. Par exemple, le genre *Lactobacillus* peut hydrolyser les protéines présentes dans son environnement et donc générer des peptides et des acides aminés libres et il s'ensuit donc une meilleure digestibilité et une meilleure absorption (Raveschot *et al.*, 2018).

Par ailleurs, des approches préventives telles que la modification chimique, physique ou enzymatique de la structure protéique ou encore l'ajout de co-ingrédients synergiques permettent de surmonter ces limitations de changements structuraux des protéines végétales lors de procédés alimentaires. Une des méthodes les plus prometteuses est la glycation des protéines avec des glucides (réaction de Maillard), à

faible température, assurant ainsi une "protection" des protéines par une réaction naturelle spontanée. Contrairement aux autres méthodes chimiques, celle-ci n'utilise pas de composés potentiellement toxiques en alimentaire et ne génère pas de sous-produits indésirables (Kutzi *et al.*, 2021; Sim *et al.*, 2021).

VI - Aliments enrichis en protéines

Les produits enrichis en protéines sont aujourd'hui majoritairement à base de protéines animales (Manus, 2022; Hertzler *et al.*, 2020). Ces produits (boissons, barres, suppléments, etc.) sont prisés par les sportifs et les personnes âgées notamment pour le maintien et le développement de la masse musculaire mais ils peuvent également être s'adresser aux enfants dont les besoins en protéines sont plus élevés. Par exemple, la majorité des boissons protéinées contiennent des protéines de lactosérum (whey) qui est un sous-produit de l'industrie laitière.

En revanche, il existe peu de boissons enrichies en protéines végétales avec une estimation de seulement 22% présentes sur le marché (Baroke, 2018). À titre d'exemples, citons Vega™, Rise Bar™, Evo Hemp™, Evolve™, et Orgain™ qui comprennent diverses protéines à base de soja, de pois, de riz, de lin, d'arachide ou de chanvre. Très peu de recherches ont été réalisées sur les suppléments à base de protéines végétales qui pourraient remplacer le soja en raison de son allergénicité et de son impact négatif sur l'environnement (Manus, 2022). Récemment, l'équipe de la Pre Monique Lacroix, à l'INRS – Centre Armand-Frappier, en collaboration avec Kerry Group et Bio-K+ International, a réussi à mettre au point une boisson fonctionnelle fermentée enrichie en protéines, à base de probiotiques et de protéines végétales, et a démontré l'intérêt d'effectuer une fermentation pour générer des protéines et peptides plus digestibles et possédant une plus grande valeur nutritive, notamment au niveau du Coefficient d'Efficacité Protéique (CEP ou *PER*, *Protein Efficiency Ratio*) (Allahdad *et al.*, 2022; Manus *et al.*, 2021a; Cornell, 2021).

Conclusion

Dans le collectif, la consommation de protéines végétales est considérée comme un aspect positif, avec un impact bénéfique pour la santé et l'environnement et comme une bonne alternative aux protéines animales. Cette tendance est supportée mondialement à un niveau générationnel qui a fait ses choix et qui se diversifie aussi à toutes sortes de catégories dans la population.

La présente fiche indique les avantages de consommer de telles protéines —mais aussi certains facteurs limitants—, à travers leurs propriétés biologiques et nutritionnelles. En outre, malgré leur qualité nutritionnelle et leurs sources variées, les protéines végétales sont considérées de moins bonne qualité que les protéines animales en raison de leur faible teneur en acides aminés et de leur faible digestibilité. Cependant, les limites de leur qualité nutritive peuvent être valorisées par des stratégies règlementaires et diététiques (en mettant en valeur leur complémentarité) mais aussi technologiques (en faisant intervenir divers procédés alimentaires afin d'augmenter leur digestibilité). À long terme, une meilleure connaissance de ces protéines et l'innovation de nouvelles technologies permettrait d'offrir une plus vaste gamme de produits.

Références

- ActiNutrition. (2022). Tout savoir sur les protéines animales et végétales... Actinutrition.fr, Pleine Santé. 9 juin 2022. <https://actinutrition.fr/sante/tout-savoir-sur-les-proteines-animales-et-vegetales/>
- Agence QMI. (2019). Beyond Meat: un choix santé? *Le Journal de Montréal, Actualité, Consommation*. 28 juil. 2019. <https://www.journaldemontreal.com/2019/07/28/beyond-meat-un-choix-sante-1>
- Agri-food Innovation Council (AIC). (2019). Marché des protéines végétales. Analyse du marché canadien et du marché mondial. Mars 2019. <https://nrc.canada.ca/fr/recherche-developpement/recherche-collaboration/programmes/marche-proteines-dorigine-vegetale-analyse-marche-canadien-marche-mondial>
- Allahdad, Z., Manus, J., Aguilar-Uscanga, B.R., Salmieri, S., Millette, M., Lacroix, M. (2022). Physico-chemical properties and sensorial appreciation of a new fermented probiotic beverage enriched with pea and rice proteins. *Plant Foods Hum. Nutr.* DOI: <https://doi.org/10.1007/s11130-021-00944-1>
- Alwarith, J., Kahleova, H., Crosby, L., Brooks, A., Brandon, L., Levin, S.M., Barnard, N.D. (2020). The role of nutrition in asthma prevention and treatment. *Nutr. Rev.* 78, 928-38. DOI: <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuaa005>
- Askew, K. (2020). When plant-based meets clean label: a sweet spot for future innovation? FoodNavigator.com, 23 juin 2020. <https://www.foodnavigator.com/Article/2020/06/22/When-plant-based-meets-clean-label-A-sweet-spot-for-future-innovation#>
- Baroke, S. (2018). White paper: The rise of plant protein in sports nutrition. Lumina Intelligence. <https://www.lumina-intelligence.com/whitepapers/plant-protein-sports-nutrition/>
- Basset, J. (2022). Les aliments les plus riches en vitamine B12. LaNutrition.fr, Bien manger. 9 fév. 2022. <https://www.lanutrition.fr/les-aliments-les-plus-riches-en-vitamine-b12>
- Beacom, E., Bogue, J., Repar, L. (2021). Market-oriented development of plant-based food and beverage products: A usage segmentation approach. *J. Food Prod. Market.* 27, 204-22. DOI: <https://doi.org/10.1080/10454446.2021.1955799>
- Botella (2021). Les protéines végétales : intérêts et limites. Sciences pharmaceutiques. HAL Open Science Id: dumas-03210847. <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03210847>
- Boutros, M. (2019). La protéine végétale en voie de changer le paysage agricole? *Le Devoir, Société*, 1^{er} août 2019. <https://www.ledevoir.com/societe/559780/l-engouement-pour-la-proteine-vegetale-changera-t-il-le-visage-du-paysage-agricole>
- Charlebois, S., Somogyi, S., Smyth, S., Wiseman, K. (2022). Rapport annuel sur les prix alimentaires 2022. Université Dalhousie et Université de Guelph. <https://cdn.dal.ca/content/dam/dalhousie/pdf/sites/agri-food/Food%20Price%20Report%202022%20FR.pdf>
- Cornall, J. (2021). Making progress in developing probiotic beverages without animal protein. *Nutra Ingrédients*. NUTRA Ingrédients.com, August 2, 2021. https://www.nutraingredients.com/Article/2021/08/02/Making-progress-in-developing-probiotic-beverages-without-animal-protein?utm_source=newsletter_product&utm_medium=email&utm_campaign=09-Aug-2021&cid=DM974505&bid=1672185074
- Davies, R.W., Jakeman, P.M. (2020). Separating the wheat from the chaff: Nutritional value of plant proteins and their potential contribution to human health. *Nutrients*. 12, 2410. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu12082410>

FN Media Group. (2020). Global pandemic has consumers increasing plant-based nutrition to strengthen immune systems. Cision US, PR Newswire, News. <https://www.prnewswire.com/news-releases/global-pandemic-has-consumers-increasing-plant-based-nutrition-to-strengthen-immune-systems-301112758.html>

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2022). Fao.org, Systèmes alimentaires. <https://www.fao.org/food-systems/fr/>

Groupe d'Étude et de Promotion des Protéines Végétales (GEPV) (2022). Tout savoir sur les matières protéiques végétales (MPV) – Kit pédagogique. <https://www.lesproteinesvegetales.fr/wp-content/uploads/2020/06/CD-Rom-GEPV210110-v-finale.pdf>

Guéguen, J., Walrand, S., Bourgeois, O. (2016). Les protéines végétales : contexte et potentiels en alimentation humaine. *Cah. Nut. Diet.* 51, 177-85. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cnd.2016.02.001>

Guilbert, S. (2002). Les protéines végétales. Utilisation directe. *L'Actualité chimique*. Nov.-Déc. 2002, 31-34.

Hancocks, N. (2020). Plant-based diet could be "helpful" to vulnerable during pandemic, say researchers. NUTRAingredients.com. <https://www.nutraingredients.com/Article/2020/03/30/Plant-based-diet-could-be-helpful-to-vulnerable-during-pandemic-say-researchers>

Hertzler, S.R., Lieblein-Boff, J.C., Weiler, M., Allgeier, C. (2020). Plant proteins: Assessing their nutritional quality and effects on health and physical function. *Nutrients*. 12, 3704. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu12123704>

Hu, F. B. (2003). Plant-based foods and prevention of cardiovascular disease: an overview. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 78(3), 544S–551S. DOI: <https://doi.org/10.1093/ajcn/78.3.544S>

Hu, G.-G., Liu, J., Wang, Y.-H., Yang, Z.-N., Shao, H.-B. (2022). Applications of plant protein in the dairy industry. *Foods*. 11, 1067. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11081067>

Hurrell, R., Egli, I. (2010). Iron bioavailability and dietary reference values. *AJCN*. 91, 1461S-75S. DOI: <https://doi.org/10.3945/ajcn.2010.28674F>

Jafarzadeh, S., Forough, M., Amjadi, S., Kouzegaran, V.J., Almasi, H., Garavand, F., Zargar, M. (2022). Plant protein-based nanocomposite films: A review on the used nanomaterials, characteristics, and food packaging applications. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 6, 1-27. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2070721>

Kerry. (2020). Paid content. Plant-based demands grow in a pandemic. 30 sept. 2020. <https://www.newhope.com/products-and-trends/plant-based-demands-grow-pandemic-download>

Kouri, J. Insights to Innovation in Dairy Alternative Beverages: Highlighting plant-based protein and specialty sweetness solutions. *Ingredient. Happening tomorrow - CIFST webinar*. March 16, 2022.

Kutzli, I., Weiss, J., Gibis, M. (2021). Glycation of plant proteins via Maillard reaction: reaction chemistry, technofunctional properties, and potential food application. *Foods*. 10, 376. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods10020376>

Larré, C., Brossard, C., Denery, S., Lollier, V., Lupi, R. (2016). Protéines végétales et risque allergique. *Innovations Agronomiques, INRAE*. 52, 63-72. [10.15454/1.5135842600586855E12](https://doi.org/10.15454/1.5135842600586855E12)

Lonnie, M., Laurie, I., Myers, M., Horgan, G., Russel, W.R., Johnstone, A.M. (2020). Exploring health-promoting attributes of plant proteins as a functional ingredient for the food sector: A systematic review of human interventional studies. *Nutrients*. 12, 2291. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu12082291>

- Loveday, S.M. (2019). Food proteins: Technological, nutritional, and sustainability attributes of traditional and emerging proteins. *Ann. Rev. Food Sci. technol.* 10, 311-39. DOI : <https://doi.org/10.1146/annurev-food-032818-121128>
- Manus, J. (2022). Mise au point et caractérisation d'une boisson fermentée enrichie en protéines végétales. M.Sc thesis, Institut National de la Recherche Scientifique (INRS), Laval, QC, Canada.
- Manus, J., Millette, Aguilar Uscanga, B.R., Salmieri, S., Maherani, B., Lacroix, M. (2021b). In vitro protein digestibility and physico-chemical properties of lactic acid bacteria fermented beverages enriched with plant proteins. *J. Food Sci.* 86, 4172-82. DOI: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15859>
- Manus, J., Millette, M., Dridi, C., Salmieri, S., Aguilar Uscanga, B.R., Lacroix, M. (2021a). Protein quality of a probiotic beverage enriched with pea and rice protein. *J. Food Sci.* 86, 3698-706. DOI: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15838>
- Mariotti, F. (2017). Plant protein, animal protein, and protein quality. In *Vegetarian and Plant-Based Diets in Health and Disease Prevention* (pp. 621–642). Academic Press.
- Morach, B., Witte, B., Walker, D., von Koeller, E., Grosse-Holze, F., Rogg, J., Brigl, M., Dehnert, N., Obloj, P., Koktenturk, S., Schulze, U. (2021). Food for thought: The protein transformation. *Ind. Biotechnol.* 17, 125-33. DOI: <https://doi.org/10.1089/ind.2021.29245.bwi>
- Naghshi, S., Sadeghi, O., Willett, W.C., Esmailzadeh, A. (2020). Dietary intake of total, animal, and plant proteins and risk of all cause, cardiovascular, and cancer mortality: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *BMJ.* 370, m2412. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmj.m2412>
- Nature. (2014). Protein function. Scitable by Nature Education. 20 déc. 2019. <https://www.nature.com/scitable/topicpage/protein-function-14123348/>
- Neirat, P. (2001). Allergie et intolérance à certaines protéines. E-Santé.fr, Santé pratique. 15 nov. 2001. <https://www.e-sante.fr/allergie-intolerance-certaines-proteines/guide/1024>
- Neri, M. (2021). Alternatives végétales: de nombreux défis à relever pour les industriels. XERFI, L'Économie réelle. 30 nov. 2021. https://www.xerfi.com/blog/Alternatives-vegetales-de-nombreux-defis-a-relever-pour-les-industriels_1316
- Pan, A., Sun, Q., Bernstein A.M., Schulze M.B., Manson, J.E., Stampfer, M.J., Willett, W.C., Hu, FB. (2012). Red meat consumption and mortality: results from 2 prospective cohort studies. *Archives of Internal Medicine*, 172(7), 555–563. DOI: <https://doi.org/10.1001/archinternmed.2011.2287>
- Perreault, M. (2022). Voici trois bonnes raisons de consommer des protéines d'origine végétale. The Conversation. 28 févr. 2022. <https://theconversation.com/voici-trois-bonnes-raisons-de-consommer-des-proteines-dorigine-vegetale-176097>
- Pierce, E. (2016). The changing nutrition marketplace: Implications for brands & marketing. Nutrition Business Journal. NEXT, New Hope Network. <https://www.newhope.com/sites/newhope360.com/files/Changing-nutrition-marketplace.pdf>
- Protein Industries Canada (PIC). (2019). Stratégie quinquennale de Supergrappe de Protein Industries Canada. 29 mars 2019. https://proteinindustriescanada.ca/uploads/PIC_Strategy-tef.pdf
- Raveschot, C., Cudennec, B., Coutte, F., Flahaut, C., Fremont, M., Drider, D., & Dhulster, P. (2018). Production of bioactive peptides by *Lactobacillus* species: From gene to application. *Frontiers in Microbiology*, 9, 2354. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02354>

Richter, C. K., Skulas-Ray, A. C., Champagne, C. M., & Kris-Etherton, P. M. (2015). Plant protein and animal proteins: do they differentially affect cardiovascular disease risk? *Advances in Nutrition*, 6, 712–728. DOI: <https://doi.org/10.3945/an.115.009654>

Sa, A.G.A., Moreno, Y.M.F., Carciofi, B.A.M. (2020). Plant proteins as high-quality nutritional source for human diet. *Trends Food Sci. Technol.* 97, 170-84. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.01.011>

Siegenberg, D., Baynes, R.D., Bothwell, T.H., Macfarlane, B.J., Lamparelli, R.D., Car, N.G., MacPhail, P., Schmidt, U., Tal, A., Mayet, F. (1991). Ascorbic acid prevents the dose-dependent inhibitory effects of polyphenols and phytates on nonheme-iron absorption. *AJCN.* 53, 537-41. DOI: <https://doi.org/10.1093/ajcn/53.2.537>

Sim, S.Y.J., SRV, A., Chiang, J.H., Henry, C.J. (2021). Plant Proteins for Future Foods: A Roadmap. *Foods.* 10, 1967. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods10081967>

Sinha, R., Cross, A. J., Graubard, B. I., Leitzmann, M. F., & Schatzkin, A. (2009). Meat intake and mortality: a prospective study of over half a million people. *Arch. Intern. Med.* 169, 562–571. DOI: <https://doi.org/10.1001/archinternmed.2009.6>

Statista Research department. (2021). Market revenue of plant-based meat worldwide from 2016 to 2026. Statista.com, Consumer Goods and FMCG, Food & Nutrition. 9 déc. 2021. <https://www.statista.com/forecasts/877369/global-meat-substitutes-market-value>

Vegan Pratique (2022). Sources végétales de zinc. <https://vegan-pratique.fr/conseils-nutrition-vegetalienne/le-zinc/>

Wadhwa, A.A., Jadhav, A.I., Arsul, V.A. (2014). Plant proteins applications: A review. *World J. Pharm. Pharm. Sci.* 3, 702-12.

Xu, X., Sharma, P., Shu, S., Lin, T.-S., Ciais, P., Tubiello, F.N., Smith, P., Campbell, N., Jain, A.K. (2021). Global greenhouse gas emissions from animal-based foods are twice those of plant-based foods. *Nat. Food.* 2, 724–732. DOI: <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00358-x>

Pour en savoir plus

Principaux fournisseurs de protéines végétales

Top 10 :

1. Archer Daniels Midland (ADM) Company: <https://archerdanielsmidlandco.com/>
2. Cargill Inc.: <https://www.cargill.com/food-beverage/na/plant-proteins>
3. Roquette Frères: <https://fr.roquette.com/nutrition/produits-cerealiers/enrichissement-proteines>
4. Ingredion Inc.: <https://www.ingredion.com/na/en-us/company/expertise/plant-based-proteins.html>
5. Kerry group: <https://www.kerry.com/products/nutrition-ingredients/proteins>
6. E.I. Dupont De Nemours and Co.: <https://www.dupontnutritionandbiosciences.com/product-range/protein.html/>
7. NOW Health Group Inc.: <https://www.nowfoods.com/products/sports-nutrition/category/protein-powders>
8. Tate & Lyle PLC: <https://www.tateandlyle.com/nutrition-centre/our-research/plant-protein>
9. Axiom Foods Inc.: <https://axiomfoods.com/>

10. AMCO Proteins: <https://www.amcoproteins.com/>

Également :

- Prana Biologique: <https://fr.pranaorganic.ca/collections/proteines-vegetales>
- Move: <https://moveproteine.com/>
- Maison Jacinthe: <https://maisonjacynthe.ca/fr/proteines-vegetales-vanille-naturelle>
- Fieldcraft: <https://www.fieldcraft.com/blog/2022/06/06/plant-protein-suppliers-and-manufacturers/>
- Coperion: <https://www.coperion.com/en/news-media/newsletter/2017/food-in-focus-edition-022017/manufacturing-of-tvp-texturized-vegetable-protein>
- Cavendish Nutrition: <https://www.cavendishnutrition.com/protein-powder-manufacturer/>
- Alter Nutrition: <https://www.alter-nutrition.com/categorie-produit/proteines-vegetales-bio/>
- Elementa: <https://www.elementa-ingredients.com/fr/ingredient/elementa-proteines-vegetales-bio>
- NutriBoost: <https://nutriboostsuperfoods.fr/vente-en-gros-de-proteines/>
- Glanbia Nutritionals: <https://www.edc.ca/fr/blogue/croissance-des-proteines-vegetales-au-canada.html>
- Foodchem: <http://fr.foodchem.cn/products/Hydrolyzed-Vegetable-Protein>
- Well.ca: https://well.ca/fr/categories/proteines-dorigine-vegetale_3596.html
- Protein Industries Canada (PIC): <https://www.proteinindustriescanada.ca/fr>
- Beyond Meat: <https://www.beyondmeat.com/en-CA/>
- The Vegetarian Butcher: <https://www.vegetarianbutcher.ca/>
- Garden Gourmet (Nestlé): <https://www.nestleprofessional.com/food/garden-gourmet>
- Else Nutrition: <https://elsenutrition.com/>
- Tyson Foods: <https://www.tysonfoods.com/>
- Kellogg's: https://www.kelloggs.ca/fr_CA/accueil.html
- Bunge: <https://bunge.com/>

Start-ups québécoises qui se sont démarquées en 2022

Le MATCH DUX 2022 —compétition de start-ups pour l'innovation d'offres alimentaires plus saines au Québec— a dévoilé **de nouvelles entreprises qui se sont démarquées dans le domaine des protéines végétales**, avec parfois une mission pour lutter contre le gaspillage alimentaire:

- Laiterie Végétale Aviva - Alternatives végétales au fromage Aviva: <https://www.avivaalternative.com/fr>
- MANA yerba maté – Boissons à base de plantes: <https://manayerbamate.com/>
- Bela Peko – Préparation à dessert à base de purée de légumes: <https://belapeko.com/>
- Belov compagnie Inc – Repas texturés pour bébé: <https://hellobelov.com/>
- Boisson Dam – Boissons végétales concentrées: <https://damdrinks.com/>
- Finfinoix – Tartinade de cajou: <https://www.finfinoix.ca/>
- Les Aliments Chickumi Inc – Batonnet de Houmous Buffalo & Sauce BBQ: <https://www.chickumi.ca/>
- Lyo & Co – Sachets de fruits et légumes lyophilisés en format collation: <https://www.lyoetco.ca/>
- Malterre – Craquelins de drêches: <https://malterre.ca/>
- Nutrition Nalka Inc – Boisson repas Nälkä: <https://www.facebook.com/nalkanutrition/>
- Séva – Mélanges pour crème glacée végane à base d'avoine: <https://sevanature.ca/>
- The Foodie Family: Bar to Cook – les barres de sauce à cuisiner: <https://www.bartocook.com/>

- The pretty ugly company – Salsa Pretty Ugly: <https://www.theprettyuglycompany.com/>
- Tofutofu – Tofu fumé façon "Smoked meat": <https://tofutofu.ca/>

Liens Internet

Marchés :

- <https://www.edc.ca/fr/blogue/croissance-des-proteines-vegetales-au-canada.html>
- <https://nrc.canada.ca/fr/recherche-developpement/recherche-collaboration/programmes/marche-proteines-dorigine-vegetale-analyse-marche-canadien-marche-mondial>
- <https://explore.kerry.com/plant-based-taste>
- <https://explore.kerry.com/2022-taste-charts.html>
- <https://www.weforum.org/agenda/2019/08/alternative-plant-protein-market-growth-food-industry-response/>
- <https://www.statista.com/statistics/1092536/global-plant-based-food-and-beverage-market-value-growth-by-region/>
- <https://www.statista.com/statistics/771409/plant-based-food-sales-growth/>
- <https://meticulousblog.org/top-10-companies-in-plant-based-protein-market/>
- <https://www.pgq.ca/articles/services-dinformation-sur-les-marches/autres/les-marches-de-niche/proteines-vegetales/>
- <https://www.reussir.fr/lesmarches/proteines-vegetales-roquette-compte-devenir-un-fournisseur-biologique-incontournable>
- <https://mouvementdux.com/fr/le-match-2022/#finalistes>

Fonctionnalités :

- <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/plant-protein>
- https://www.accessdata.fda.gov/scripts/InteractiveNutritionFactsLabel/assets/InteractiveNFL_Protein_October2021.pdf
- <https://www.naturaforce.com/proteines/proteine-vegetale/>
- <https://www.darwin-nutrition.fr/conseils/proteines-vegetales/>
- <https://vegemontreal.org/sante-et-nutrition/les-sources-de-proteines-vegetales/>
- <https://www.arcticgardens.ca/blog/fr/proteines-vegetales-mises-honneur/>
- <https://protrainer.fr/blog/proteines-vegetales/>
- <https://khni.kerry.com/>
- <https://doctonat.com/proteines-vegetales/>
- <https://www.anses.fr/fr/content/les-prot%C3%A9ines>
- <https://leshorizons.net/proteines-vegetales-enjeu-environnemental-demographique/>
- <https://cifst.wildapricot.org/event-4630516>
- <https://guide-alimentaire.canada.ca/fr/recommandations-en-matiere-dalimentation-saine/prenez-habitude-de-manger-legumes-fruits-grains-entiers-proteines/mangez-aliments-proteines/>
- <https://www.sunlife.ca/fr/tools-and-resources/health-and-wellness/eating-well/ce-que-vous-devez-savoir-a-propos-des-proteines-vegetales/>
- <http://www.improve-innov.com/les-proteines-vegetales-contexte-et-potentiels-en-alimentation-humaine/>
- <https://www.naturopathiccurrents.com/index.php/ca/fr/articles/vegetarian-diets-and-anemia>
- <https://www.lesproteinesvegetales.fr/>
- <https://www.ricardocuisine.com/chroniques/l-ingredient/952-5-faits-a-propos-de-la-pvt-proteine-vegetale-texturee>

- <https://www.passeportsante.net/nutrition/consommer-responsable?doc=proteines-vegetales-aliments-qui-contiennent>
- <https://sportetfitness.fr/meilleure-proteine-vegetale/>
- <https://canadiangrocer.com/plant-based-doesnt-always-mean-healthy-experts>
- <https://www.e-sante.fr/regime-vegetarien-peut-entraîner-anémie-liee-carence-en-fer/actualite/393>

Règlementation :

- <https://fdasimplified.com/blog/special-regulations-for-protein-products/>
- <https://www.foley.com/en/insights/publications/2019/10/whats-in-a-name-plant-based-foods-labeling-debate>

Qui sommes-nous – Les membres du groupe INRS-PROX

- **Monique Lacroix** est Professeure titulaire à l'INRS-Centre Armand-Frappier Santé Biotechnologie (AFSB), titulaire de la Chaire de recherche du MAPAQ en Salubrité et qualité des aliments, Laboratoires de Recherche en Sciences, Appliquées à l'Alimentation (RESALA), Centre d'Irradiation du Canada (CIC), Laval, QC, Canada. Courriel: monique.lacroix@inrs.ca; <https://inrs.ca/la-recherche/professeurs/monique-lacroix/>
- **Stéphane Salmieri** est Agent de recherche – Chimiste à l'INRS-Centre AFSB, membre-superviseur des Laboratoires RESALA et du CIC. Courriel: stephane.salmieri@inrs.ca.
- **Chantal Provost** est Présidente-Directrice Générale, Superviseure de la Coordination avec l'Industrie chez Prox Industriel, Laval, QC, Canada. Courriel: cprovost@prox-industriel.ca.
- **Stéphane Tanguay** est Directeur des relations-clients et du développement des partenariats chez Prox-Industriel. Courriel : stanguay@prox-industriel.ca.

Nous sommes les principaux intervenants d'un projet d'activités de communication portant sur l'innovation en agroalimentaire intitulé "Réseau Innovation et programme de transfert de connaissances aux industries agroalimentaires québécoises pour améliorer leur compétitivité et former une main-d'œuvre spécialisée".



Remerciements

Ce projet est financé par l'entremise du Programme Innov'Action agroalimentaire, en vertu du Partenariat canadien pour l'agriculture, entente conclue entre les gouvernements du Canada et du Québec.

 PARTENARIAT
CANADIEN pour
l'AGRICULTURE

 Canada

 Québec