

Les protéines végétales, catalyseurs d'innovation pour une alimentation durable

Romain Joly est directeur de l'entité des protéines alternatives de la société Roquette. Il a plus de douze années d'expertise en industrie agroalimentaire.

Introduction

Les protéines végétales sont un sujet dont on parle beaucoup, et elles jouent un rôle clé dans la transition alimentaire qui est aujourd'hui nécessaire.

Ce chapitre a pour objectif de remettre la chimie dans le contexte de la protéine végétale, et les protéines végétales dans le contexte des enjeux mondiaux de cette transition alimentaire.

Commençons par une présentation rapide de la société Roquette.

C'est une société agroalimentaire et pharmaceutique originaire du nord de la France qui existe depuis quatre-vingt-dix ans. Cette entreprise familiale développe des ingrédients d'origine végétale qui permettent non seulement une alimentation plus saine, mais aussi d'améliorer les traitements médicaux, ainsi que la

performance et la durabilité de certains matériaux. Pour résumer, vous mangez ou vous palpez des ingrédients Roquette dans votre vie de tous les jours. Dans votre dentifrice, il y a majoritairement du sorbitol, un polyol acariogène¹, qui peut être produit par notre société. Vous consommez des amidons, dans le pain, qui servent à en améliorer le profil nutritionnel ou la texture. Dans vos médicaments, vous consommez des excipients, c'est-à-dire le véhicule du principe actif², qui sont peut-être des excipients Roquette. Dans la nourriture pour les nourrissons également, vous pourrez trouver des

maltodextrines³, également des produits Roquette. Pour la nutrition de vos animaux de compagnie, ou à la surface de votre papier, de votre magazine, ou encore dans la masse ou le surfacage de vos cartons, il y a des produits Roquette. Ces ingrédients font donc partie de votre vie courante, et nous espérons qu'ils vous plaisent. Évidemment, Roquette n'est pas forcément connue puisque nous ne vendons pas nous-mêmes ces ingrédients aux consommateurs, mais vous en consommez tous les jours.

Roquette est présentée en quelques chiffres sur la **figure 1**. Mais, dans ce chapitre, concentrons-nous sur les deux éléments du bas qui montrent que nous sommes aujourd'hui le leader mondial des protéines de pois et le pionnier en protéines de fève. Nous sommes donc un leader mondial en protéines qu'on peut appeler «alternatives» parce qu'elles viennent parfois substituer des protéines animales, mais aussi substituer des protéines végétales céréalières plus historiques et traditionnelles, comme le blé, dans certaines applications.

La **figure 2** résume quatre-vingt-dix ans d'histoire chez Roquette, dont quarante ans d'histoire dans le blé, et sa protéine (le gluten de blé), très utilisée dans les applications pâtisseries, pains, et

1. Acariogène : qui ne nourrit pas les bactéries responsables des caries.
2. Principe actif : substance responsable de l'effet thérapeutique d'un médicament.



Figure 1

Chiffres clés de la société Roquette.

3. Maltodextrines : glucides complexes issus de l'hydrolyse partielle de l'amidon (maïs, blé, pomme de terre...). Elles sont utilisées comme agents de charge, épaississants ou sources d'énergie rapides.



Figure 2

L'histoire de Roquette dans les protéines végétales.

autres, et maintenant vingt-cinq ans d'expérience et de leadership dans les protéines alternatives, notamment la protéine de pois. Pour une société comme Roquette, on parle de centaines de milliers de tonnes de légumineuses transformées dans nos usines.

Dans le contexte actuel, il y a un besoin mondial en protéines végétales en raison des deux grands enjeux pour la population qui passerait à 9 ou 10 milliards de personnes en 2050.

Le premier, c'est l'autosuffisance. La France jouit déjà d'une autosuffisance alimentaire en protéines, mais elle n'est pas équitable.

Le deuxième point, c'est la durabilité de nos productions agricoles. Quelques chiffres : aujourd'hui, 80 % des terres agricoles mondiales sont utilisées pour élever ou nourrir des animaux pour la

consommation de viande, et cela représente 17 % des calories que l'on consomme. Il y a un *mismatch*⁴ complet de ces chiffres par rapport à la surface des terres que l'on utilise. C'est aussi 15 % des émissions de gaz à effet de serre, ce qui est un chiffre énorme. De plus, si on garde nos habitudes de consommation, cette demande en viande devrait doubler d'ici à 2050. Cela pose un réel enjeu planétaire.

Cependant, en termes de nutrition, la population a besoin de protéines. Sur la carte de la **figure 3** apparaît la notion de disponibilité en protéines par pays. Vous pouvez voir que c'est majoritairement en bleu foncé, ce qui veut dire que, globalement, il y a aujourd'hui une autosuffisance en protéines dans le monde. Toutefois, on relève déjà des disparités :

4. *Mismatch* : mauvais appariement.

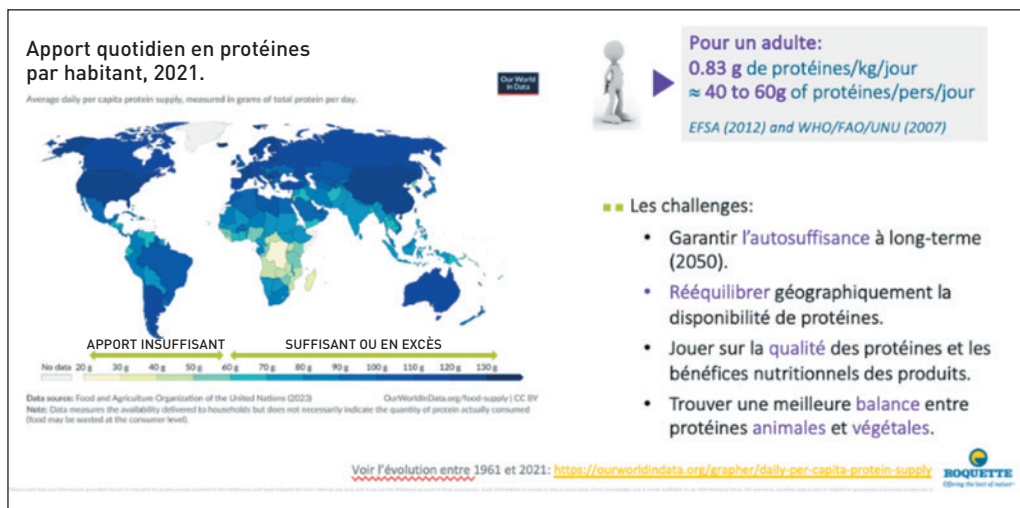


Figure 3

La production mondiale en protéines et les besoins.

on repère quelques pays qui ne sont pas du tout autosuffisants. Ces disparités vont s'accroître avec le temps et le bleu va peut-être passer à du bleu clair, parce qu'on sera de plus en plus nombreux et qu'on ne pourra pas forcément produire plus. Un des vrais sujets réside dans cette disparité inquiétante.

On parle bien ici de disponibilité en protéines. Cela ne veut pas dire que l'on consomme correctement les protéines. Dans beaucoup de pays, on en consomme parfois trop, on en gâche aussi énormément (un tiers de la nourriture qui est produite).

1 Nous avons besoin de protéines

1.1. Protéines animales ou végétales ?

Nutritionnellement parlant, nous avons tous besoin de

protéines. Une protéine, c'est une chaîne d'acides aminés⁵.

Le corps a besoin de 20 acides aminés, dont 9 essentiels que le corps ne produit pas et qu'il faut donc consommer.

Une chose importante sur le plan nutritionnel est donc de disposer de l'ensemble de ces 9 acides aminés essentiels afin qu'ils soient consommés par chacun. Ces acides aminés essentiels sont la valine, la leucine, la méthionine, la lysine, la phénylalanine, etc.

Si la diversité des protéines que nous devons consommer est importante, le volume l'est aussi. Cette donnée figure en haut à droite de la **figure 3** : 0,83 g de protéines par kilo de poids par jour, par adulte. Aujourd'hui, trois Français sur quatre **ne connaissent pas** les recommandations concernant

5. Acides aminés : petites molécules qui sont les briques de base des protéines.

la consommation quotidienne de protéines nécessaire par personne. Ce dernier évolue en fait avec l'âge. Quand on est très jeune, quand on est un enfant, de un à trois ans, le besoin est plutôt de 1 à 1,05 g. À l'âge adulte, ce besoin est moins important : 0,83 g environ, comme mentionné précédemment. Et quand on devient plus vieux, il remonte de 1 à 1,2 g : une personne âgée souffre souvent de sarcopénie, c'est-à-dire le fait que les muscles ont tendance à s'atrophier⁶, et on doit compléter en consommant plus de protéines.

Sur la **figure 4**, on voit que différents challenges⁷ se déclinent et se multiplient : il y a une problématique d'autosuffisance, de répartition, de qualité et de variété des

protéines qu'on consomme, et aussi d'équilibre entre protéines animales et protéines végétales.

En tant que producteur et leader mondial en protéines végétales, cela serait un peu facile de faire le procès des protéines animales, et ce n'est pas du tout le sujet, car il y a un besoin de complémentarité. Il faut combiner les viandes, les produits laitiers et les sources végétales, et pas seulement pour une question de protéines mais pour plein d'autres raisons (voir le chapitre de Jean-Michel Lecerf). Pour chaque protéine, qu'elle soit animale ou végétale, il y a du pour et du contre, comme vous pouvez le voir sur la **figure 4**. Il faut être le plus objectif possible.

En termes de teneur en protéines (ou valeur énergétique), il y a un avantage assez net pour les protéines animales. En revanche, concernant les

6. S'atrophier : perdre du volume, de la fonction ou de la force, souvent à cause du manque d'activité ou d'un problème physiologique.
7. Challenges : défis.



	 PROTEINES ANIMALES	 PROTEINES VEGETALES
Sources	Produits laitiers, viandes, poissons, œufs.	Céréales, légumineuses, légumes verts, tubercules et racines, fruits
Protéines et calories	Riches en protéines Riches en calories	Teneur inférieure à 40% Légumineuse > Céréales > Légumes verts Faibles en calories
Constituants associés	Riches en graisses saturées, en cholestérol. Faibles en graisses insaturées, en fibres, en sources de vitamines et minéraux.	Faibles en graisses saturées, pas de cholestérol. Riches en graisses insaturées, en carbohydrates complexes, en fibres, en vitamines et minéraux.
Digestibilité	Haute	Nécessite d'être <u>processées</u> pour augmenter leur digestibilité.
Score acides aminés	Haut, profil complet.	Souvent incomplet mais peut-être combiné avec une 2e source végétale pour obtenir un profil complet.
Santé	Risque plus élevée de développer des maladies chroniques (Diabète et maladies cardiovasculaires)	Risque plus faible de développer des maladies chroniques.
Durabilité	Fort impact écologique	Faible impact écologique.

Figure 4

Qualités nutritionnelles des protéines animales et végétales.

constituants associés, c'est-à-dire tout ce qui vient autour de la protéine, le végétal l'emporte. En effet, côté végétal, il y a moins de graisses saturées et insaturées, plus de fibres, plus de vitamines, plus de minéraux. Côté digestibilité, le point est plutôt positif du côté animal, car le végétal possède plus de challenges suivant la matière première, certaines pouvant être allergènes et d'autres ayant besoin d'une étape de transformation pour en améliorer la digestibilité. Sur le score acide aminé dont je viens de parler, l'apport en 9 aminoacides essentiels, l'avantage est plutôt côté animal. En revanche, côté végétal, on peut compléter en associant différentes protéines ensemble pour avoir un amino-score complet. En termes de santé, il y a un avantage au végétal principalement lié aux constituants associés mentionnés précédemment. Enfin, en termes de durabilité, on va en parler juste après, l'impact écologique est moindre pour ce qui est du végétal par rapport à l'animal.

1.2. Les avantages des protéines végétales

La **figure 5** compare l'**impact carbone de différentes sources de protéines**, avec l'exemple non seulement du pois, que l'on connaît bien, mais aussi des légumineuses de manière générale qui incluent le pois, les fèves, les lentilles... **Les légumineuses ont plein d'avantages.**

Elles améliorent la santé du sol dans les champs en apportant de la matière organique. Par exemple, quand on cultive les pois, leurs gousses restent dans le champ, ce qui laisse de la matière organique sur la terre nourrissant ainsi les micro-organismes et les insectes. Ces derniers vont créer des petits trous partout dans le sol et ainsi augmenter sa perméabilité, limitant les inondations et surtout permettant de mieux capter l'eau pour la culture suivante.

Les légumineuses captent aussi l'azote de l'air pour le fixer dans le sol, ce qui permet d'utiliser moins de fertilisants, ces derniers étant souvent azotés, produits

	Pois (jaune)	Soja	Lait de vache	Viande de bœuf
				
Teneur en Protéines g/100g	23	38	3,3	22
Impact Carbone kg CO2 eq. /kg	0,87	1,47	1,5	27,8

Figure 5

L'impact carbone des sources de protéines.



Figure 6

Comparaison des différentes protéines végétales.

de manière synthétique à base d'ammoniaque. Le pois, par exemple, est très souvent utilisé en rotation avec le blé. On aura alors besoin de moins de fertilisants pour le blé qui viendra ensuite, et le blé sera plus riche en protéines. De plus, on ne retrouvera pas ces fertilisants synthétiques polluants dans les nappes phréatiques. Les légumineuses laissent finalement le sol en bien meilleur état qu'il ne l'était quand elles sont arrivées. Ce sont en quelque sorte des superhéros des champs ! Elles consomment aussi moins d'eau : la plupart des cultures consomment près de 20 fois moins d'eau que l'élevage animal. Vous le voyez (Figure 5), en termes d'impact carbone : pour une même quantité de protéines, la quantité d'émissions par rapport à du bœuf est 32 fois moins élevée.

Le pois présente d'autres avantages par rapport aux autres protéines végétales, comme on peut le voir sur la

figure 6. Quand on regarde la quantité de protéines produites par hectare de surface, on voit (Figure 6) que ce sont les légumineuses comme le pois (ou même la fève, qui sera encore meilleure) qui produisent le plus de protéines, à égalité avec la pomme de terre. La difficulté avec la pomme de terre, c'est qu'avec la protéine viennent plein d'autres composants et beaucoup d'eau. On va produire 40 tonnes de pommes de terre, donc il faut aussi savoir quoi faire de ce qui vient à côté de la protéine, principalement l'amidon. **Le ratio protéique à l'hectare est important pour voir comment utiliser nos surfaces agricoles demain dans cette logique de transition alimentaire.**

1.3. La valeur ajoutée de l'isolation de la protéine végétale et les applications

Une question importante, et même un peu naïve, est de se dire : si on veut consommer moins de viande, pourquoi ne

consommons-nous pas du pois directement ? Il y a en fait d'autres challenges, et aussi une question d'habitude alimentaire. Si on prend des pois chiches ou des féveroles, ce sont des produits qui sont consommés dans beaucoup de pays aujourd'hui, mais plutôt dans les pays du Maghreb et autres pays orientaux. Les dahls de lentilles, par exemple, sont beaucoup consommés en Inde. Donc, pour que nous passions tous à ce genre de plats, il faudrait révolutionner du jour au lendemain nos habitudes alimentaires et notre culture gastronomique. C'est difficile et cela représente une transformation longue et assez complexe.

Les pois, comme on peut le voir sur la **figure 7**, peuvent avoir un goût assez prononcé. En termes de fonctionnalité, de solubilité ou de digestibilité, leurs performances sont assez faibles. **On a donc intérêt** à

passer du pois à la protéine du pois et à **extraire une protéine plus pure** puisqu'on va baisser la teneur en goût et augmenter la fonctionnalité, la solubilité ou la digestibilité. Cela permettra d'étendre le champ d'application de la protéine qui vient du pois, de la fève ou d'autres légumineuses.

Les applications des protéines végétales sont résumées sur la **figure 8**. On retrouve ces protéines issues des légumineuses dans des boissons enrichies en protéines, dans des snacks ou en pâtisserie, par exemple dans les barres nutritionnelles enrichies en protéines. On peut aussi les trouver dans des produits d'analogues laitiers, comme le lait d'amande, le lait de coco, le lait d'avoine... Ces laits alternatifs sont en fait assez peu riches en protéines par nature car leurs sources (le coco, l'amande...) sont peu riches. Il faut donc les compléter en protéines pour avoir

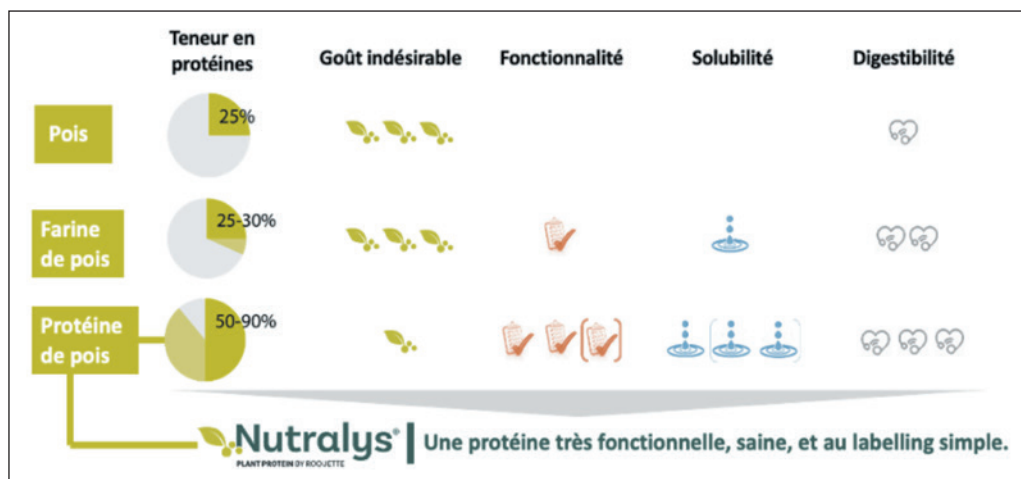


Figure 7

Valeur ajoutée de l'isolation des protéines végétales : exemple du pois.

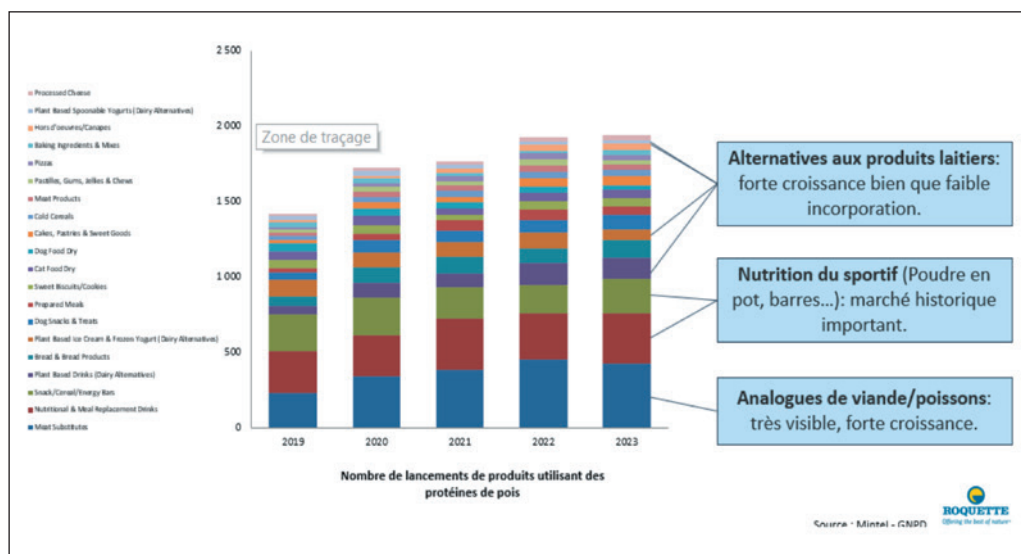


Figure 8

Évolution du marché des produits utilisant des protéines de légumineuses.

un profil nutritionnel qui soit plus proche de celui du lait de vache.

Ces protéines végétales sont aussi utilisées dans les yaourts et fromages végétaux, dans des plats salés préparés (Savory) ou dans des analogues de viande. En France, par exemple, on les retrouve dans des marques telles que HappyVore, La Vie, Accro, Garden Gourmet, qui connaissent de belles croissances et démocratisent ce type de produit.

On les utilise aussi dans la nutrition spécialisée (comme celle du sportif et celle des personnes âgées), et la nutrition médicale pour des patients qui ont des pathologies particulières. La nutrition médicale peut se faire par voie orale, mais aussi par voie entérale, donc par sonde, dans l'estomac ou directement dans l'intestin.

2 Les protéines végétales, catalyseurs d'innovation

L'évolution du nombre de produits lancés chaque année entre 2019 et 2023 (**Figure 8**) montre la dynamique d'innovation des protéines de pois. On voit qu'au début des années 2010, ces protéines de pois étaient très peu présentes dans les lancements de produits : on parlait d'une centaine de produits. Aujourd'hui, plus de 2000 produits lancés sur le marché incluent ces protéines végétales. On constate un engouement des sociétés comme Danone ou Nestlé qui lancent tous ces produits.

L'engouement de ces sociétés est lié à la croissance de la demande des consommateurs et au changement des habitudes alimentaires. Si on prend l'exemple de la France,

une enquête (**Figure 9**) commanditée par Protéines France et Terres Univia montre différentes informations importantes.

Ainsi, un Français sur quatre a changé ses habitudes alimentaires. 31 % d'entre eux se déclarent aujourd'hui « flexitariens ». Plus de la moitié ont changé leurs habitudes alimentaires pour des raisons de santé, de nutrition et d'écologie. Un Français sur trois a une image très positive des légumineuses, mais deux sur trois avouent qu'ils ont une méconnaissance complète de ces dernières.

Il y a donc différents enjeux. Il y a une **réelle attraction des consommateurs** qui se basent sur un raisonnement puissant, des convictions personnelles fortes et le souci de l'enjeu

planétaire auquel on fait face. Mais il y a aussi une méconnaissance des produits en soi.

La **figure 10** présente l'évolution des investissements des start-up et autres sociétés dans les protéines alternatives et dans la Food Tech en général. On parle de plusieurs dizaines de milliards par an, avec un pic à 50 milliards de dollars investis en 2021. On est passé de 35 % des investissements dans l'alimentation destinés à la Food Tech – l'agriculture, l'agritech et la protéine alternative – à plus de 60 % aujourd'hui.

On a donc toutes les composantes pour catalyser l'innovation : on a les consommateurs qui suivent, les industriels qui suivent, les investisseurs qui suivent.



Figure 9

Enquête sur l'évolution des habitudes et régimes alimentaires des Français.

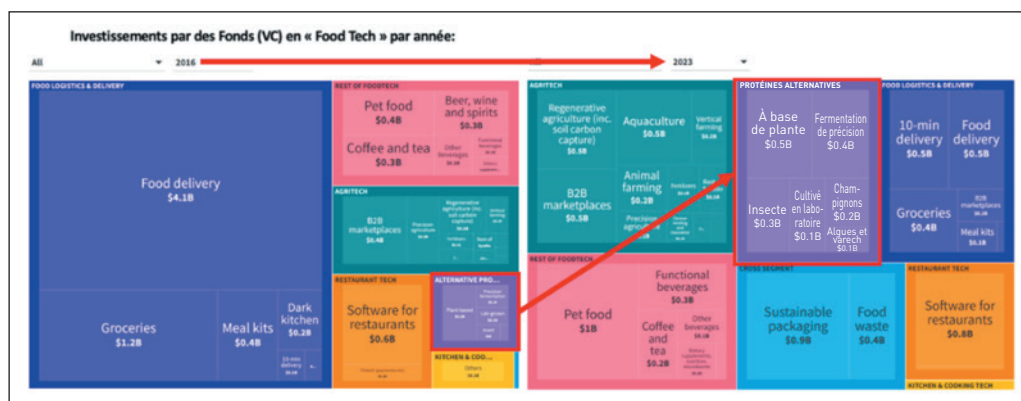


Figure 10

Dynamique d'innovation et investissement par des fonds dans la Food Tech.

Conclusion

La chimie et les processus

Quelle est la place de la chimie dans tout ça ? **En fait, la chimie est partout.** Elle est à tous les stades de la chaîne de valeur dès l'agriculture. Cela peut être dans les engrais, les protections des cultures, le développement des semences, les contrôles qualité, les analyses, etc. La chimie réside aussi dans l'extraction (qui est plutôt notre métier), et la formulation chez nos clients, avec des problématiques d'émulsification, de texturation, d'enzymes, de fermentation, d'amélioration sensorielle, d'arômes... La chimie (voir le chapitre de Hervé This) est aussi dans l'usage fait par les consommateurs à travers la cuisine.

Terminons par les procédés de fabrication (Figure 11), parce qu'une des difficultés réside dans le fait que **les consommateurs demandent que les produits et les ingrédients soient le moins « processés » possible.** Un de nos rôles est donc d'avoir des procédés d'extraction qui soient le plus mécaniques (et peut-être le moins

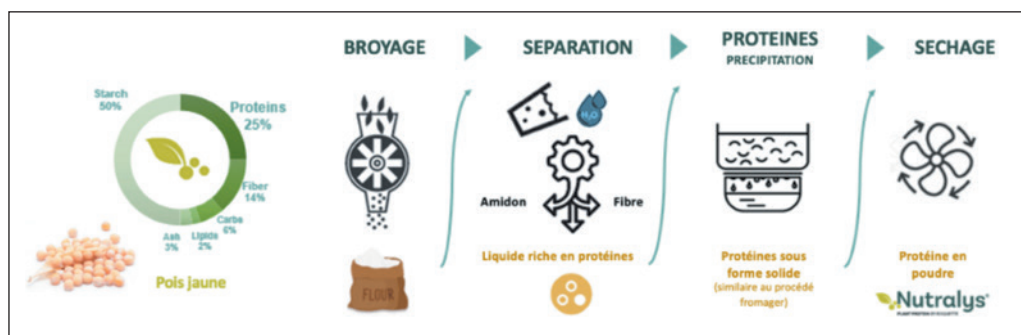


Figure 11

Processus de fabrication des protéines de pois chez Roquette.

chimiques) possible, **mais** pour arriver à cela, **il faut aussi comprendre ce qui se passe au niveau moléculaire**. De plus, en cas de besoin de fonctionnalités plus poussées demandées par certaines applications, telle la nutrition médicale, on peut faire appel à d'autres technologies comme l'hydrolyse⁸, la fermentation⁹ ou des techniques chimiques.

8. Hydrolyse : réaction chimique où une molécule est décomposée par l'eau.

9. Fermentation : processus biochimique sans oxygène, utilisé par certains micro-organismes (levures, bactéries) pour produire de l'énergie. Elle transforme les sucres en alcool, en acides ou en gaz.