

Groupe filière légumineuses (GFL)<sup>1</sup> de l'INRA  
Correspondance : Marie-Benoît MAGRINI  
et Bernadette JULIER,  
animatrices du GFL  
marie-benoit.magrini@inra.fr  
bernadette.julier@inra.fr

## Quelle place pour les légumineuses dans une Europe agroécologique ?

« Quelle place pour les légumineuses dans une Europe agroécologique ? » est la question que nous avons posée à deux chercheurs de l'IDRRI, Xavier Poux et Pierre-Marie Aubert, à la suite de leur prospective « Une Europe agroécologique en 2050 »<sup>2</sup>. À partir d'une modélisation du système alimentaire et agricole européen à l'horizon 2050 (modèle TYFA), ces chercheurs ont scénarisé l'évolution des productions agricoles pour répondre aux besoins quantitatifs et qualitatifs de la population européenne, comparativement à la situation de 2010. Leur modélisation est fondée sur un ensemble d'hypothèses, dont principalement le respect des recommandations nutritionnelles par les consommateurs, la fin de l'usage des intrants de synthèse (engrais et produits phytosanitaires) dans les systèmes de culture et l'abandon des importations de protéines végétales (essentiellement de soja).

1. Le GFL rassemble des chercheurs de différentes disciplines autour d'un objet commun de recherche que sont les légumineuses ; pour consulter les membres et les activités du groupe : <https://www6.inra.fr/groupe-filieres/Filieres-Vegetales/Filiere-Legumineuses>.

2. Poux X., Aubert P.-M. (2018). *Une Europe agroécologique en 2050 : une agriculture multifonctionnelle pour une alimentation saine. Enseignements d'une modélisation du système alimentaire européen*. IDRRI Study, n° 9. <https://www.idrri.org/fr/publications-et-evenements/etude/une-europe-agroecologique-en-2050-une-agriculture>.

Cette note de lecture résume les conséquences de ce scénario vis-à-vis des légumineuses en termes de surfaces de culture et d'utilisation en alimentation humaine et animale. Au moment où se construisent de nouveaux plans en faveur des protéines végétales, ces éléments peuvent guider la réflexion et inciter les politiques publiques à soutenir cette transition, par la définition d'objectifs chiffrés sur les changements induits en termes d'organisation des assolements et des filières. Les changements proposés ouvrent aussi des perspectives pour la recherche dans tous les domaines (génétique, agronomie, alimentation animale et humaine, sciences sociales et humaines).

### 1. Une consommation annuelle de légumes secs accrue pour une alimentation plus saine

La première hypothèse de cette prospective est de rapprocher les habitudes alimentaires des consommateurs des recommandations nutritionnelles, pour prévenir les risques de certaines maladies chroniques comme le diabète de type 2, l'obésité ou les maladies cardiovasculaires. En France, le Plan National Nutrition Santé préconise, en effet, une consommation renforcée et régulière de légumineuses (pois, fèves, haricots, lentilles, pois chiches...) pour leur richesse en fibres et en protéines. Au regard de plusieurs études sur les recommandations nutritionnelles et l'évolution possible des habitudes de consommation en Europe, l'hypothèse d'une consommation moyenne de légumes secs de 30 g/jour/habitant (soit 11 kg/an/habitant) en 2050 est établie, contre une moyenne de 7 g/jour/habitant (soit 4 kg/an/habitant) en 2010.

Remarquons que cette moyenne de 30 g/jour à l'horizon 2050 s'apparente au niveau actuel des recommandations qui prévaut au Canada ou aux États-Unis pour un apport calorique de 2000 kcal ; la consommation de légumineuses devant être augmentée proportionnellement

aux apports caloriques. En outre, l'apport de 30 g/jour reste inférieur aux recommandations issues de travaux épidémiologiques conseillant jusqu'à 100 g/jour/habitant (Havemeier *et al.*, 2017 ; Abdullah *et al.*, 2017) pour des effets santé.

Cette hausse de la consommation de légumes secs contribue à un meilleur équilibre nutritionnel, par une hausse de la consommation en fibres et une baisse de consommation de protéines animales. Ces dernières couvrent, en moyenne, 30 % des apports totaux de protéines dans le modèle TYFA, contre près de 60 % en 2010. Ce nouveau rapport entre protéines animales et végétales garantissant une fourniture en acides aminés essentiels, est effectivement possible *via* une consommation adéquate de céréales et de légumineuses (de Gavelle *et al.*, 2017). Mais ce changement de pratiques alimentaires semble de grande ampleur.

### **2. Les surfaces de légumineuses augmentent pour libérer l'agriculture des intrants de synthèse et répondre aux nouveaux besoins de consommation**

L'étude pose comme seconde hypothèse que les intrants de synthèse (engrais et pesticides) ne sont plus utilisés pour réduire les impacts négatifs de l'agriculture sur la santé humaine, l'environnement et la biodiversité ; et que les importations de soja sont stoppées pour réduire les déforestations massives que sa culture entraîne.

Du fait de la capacité des légumineuses à fixer l'azote atmosphérique, l'absence d'engrais azotés de synthèse conduit à accroître les surfaces de légumineuses et à assurer des transferts de fertilité entre cultures de légumineuses et cultures de non-légumineuses, essentiellement *via* les effluents d'élevage et les arrière-effets dans les rotations. Les surfaces de légumineuses conduisent à l'allongement des rotations, avec des conséquences positives pour limiter les adventices et les pathogènes. La place

majeure des prairies est réaffirmée pour assurer, en plus de la production fourragère, des services d'entrée d'azote *via* la fixation symbiotique des légumineuses qu'elles contiennent (luzerne, trèfles, lotier, sainfoin...) ainsi que de préservation de biodiversité. La surface des prairies permanentes de 58 Mha (Mha : million d'hectares) en 2050 est relativement stable comparativement à 2010. Mais ces prairies sont davantage valorisées par des ruminants (bovins, ovins, caprins) produisant du lait et de la viande dans un système d'élevage alors beaucoup plus extensif qu'en 2010.

En supposant que les surfaces européennes cultivées décroissent faiblement, de 2010 à 2050, à environ 100 millions d'hectares et en considérant une diminution des rendements liée à l'absence d'intrants de synthèse<sup>3</sup>, les surfaces cultivées de légumineuses (à graines et fourragères) passent à 25 % de l'assolement en 2050 pour satisfaire les besoins en alimentation animale et humaine en Europe. Les surfaces cultivées sont alors de 2,4 Mha de soja<sup>4</sup>, 9,8 Mha d'autres légumineuses à graines (protéagineux

---

3. L'hypothèse d'absence d'intrants de synthèse a conduit les auteurs à utiliser les niveaux rendements de l'agriculture biologique (AB), dont les capacités de production sont déjà documentées (Muller *et al.*, 2017). Cette baisse induite des rendements n'est pas problématique du fait que la baisse de consommation de protéines animales réduit les besoins de produits animaux, et donc de production végétale pour les nourrir. Pour autant, le scénario envisagé reste sur des hypothèses hautes des rendements en AB et suppose que la généralisation de ces pratiques s'accompagne d'importants apprentissages techniques par les agriculteurs.

4. Le développement du soja est essentiellement pour l'alimentation animale avec une hypothèse d'usage en alimentation humaine de seulement 18 %. La baisse de rendement en 2050 liée au non-usage de produits phytosanitaires serait de 20 %. Ceci conduit à des rendements du soja à 2,28 t/ha en 2050, pour une surface totale de 2,4 Mha (contre moins de 0,5 Mha en 2010).

et légumes secs)<sup>5</sup> et 12,2 Mha de légumineuses fourragères. Le débouché des légumineuses à graines (hors soja) pour l'alimentation humaine y représente 5,1 Mha.

### 3. La production et la consommation de protéines animales sont fortement réduites

En privilégiant d'abord une allocation des ressources végétales pour satisfaire les besoins pour l'alimentation humaine des Européens, le modèle TYFA conduit à une baisse de la production animale de 40 %, essentiellement les productions porcines et avicoles. Ces productions animales sont une importante variable d'ajustement dans l'utilisation des graines de légumineuses et de céréales. L'élevage des ruminants sur les prairies, rendant les services décrits ci-dessus, conduit à une baisse de la production en accord avec une forte diminution de la consommation de lait et de viande. Mais le nombre total d'animaux est réduit moins fortement que la production de lait et de viande, du fait de l'extensification qui induit un changement dans la structure des troupeaux. Les produits animaux sont de meilleure qualité grâce à une teneur augmentée en acides gras oméga-3 quand les ruminants consomment de l'herbe.

### 4. Un défi : le bouclage du cycle de l'azote

Dans ce scénario, la fixation biologique de l'azote atmosphérique par les légumineuses (cultures de soja, de légumineuses à graines, légumineuses fourragères, et cultures intermédiaires non récoltées) passe à 8,2 millions de tonnes ; et 3,3 millions de tonnes d'azote sont issues des déjections animales et disponibles pour les cultures. L'adéquation entre les entrées d'azote (apports) et les besoins

pour les cultures (exports) est plausible, avec un ratio apports/exports de 109 %<sup>6</sup>.

Une difficulté reste néanmoins l'organisation de ces transferts de fertilité à l'échelle du territoire. Les auteurs suggèrent ainsi qu'un recours à des engrais azotés de synthèse puisse être nécessaire dans les situations où les transferts de fertilité (entre les prairies avec légumineuses et les cultures non autonomes en azote) soient difficiles à mettre en œuvre. Toutefois, les auteurs ont peut-être sous-estimé la possibilité d'accroître les entrées d'azote *via* la fixation symbiotique par une modification plus importante des pratiques agricoles, en généralisant les prairies semées à base de légumineuses et de graminées, en développant les associations de cultures entre légumineuses et céréales ou les cultures annuelles cultivées sur couvert de légumineuses pérennes. Toutefois, les auteurs font une hypothèse hardie en estimant que les cultures intermédiaires sont uniquement composées de légumineuses. La préconisation agronomique est de les associer à des espèces non légumineuses, combinant des effets d'apport en azote (avec les légumineuses) et de piège à nitrate (avec des espèces non légumineuses plus performantes pour prélever l'azote minéral, et donc, limiter sa perte – ou lixiviation – dans les eaux souterraines).

Dans ce modèle, il est important de noter que la place des prairies, permanentes

5. À titre de comparaison, l'ensemble des légumineuses à graines (soja inclus) représente environ 3 millions d'hectares en 2015, soit un peu moins de 3 % des surfaces cultivées (Eurostat).

6. Les entrées d'azote s'opèrent de différentes façons pour permettre la croissance des plantes (sorties) : les cultures de légumineuses laissent au sol des résidus de cultures qui constituent une source d'azote valorisable par la culture suivante sur la même parcelle. Des transferts de fertilité peuvent avoir lieu entre parcelles, en utilisant ces résidus comme engrais verts sur d'autres parcelles, mais surtout *via* l'élevage : les effluents d'élevage en bâtiments peuvent être épanchés sur les cultures, tandis que les déjections azotées des animaux pâturant les prairies viennent fertiliser les prairies et constituent des reliquats importants pour les cultures suivantes.

ou semées mais riches en légumineuses, est cruciale pour l'entrée de l'azote et le bouclage du cycle de l'azote. Au total, les surfaces de prairies doivent donc augmenter et être réparties sur les territoires pour permettre le recyclage de l'azote à des échelles locales.

*In fine*, le modèle TYFA estime que la baisse des émissions de gaz à effet de serre pourrait être de 40 % par rapport à 2010, essentiellement *via* la baisse de l'usage et de la production des engrais de synthèse (permis par un meilleur bouclage du cycle de l'azote) et une réduction des déjections animales.

### 5. La bioénergie en question

La question de la bioénergie reste un point critique dans le modèle TYFA sur lequel les auteurs ont adopté une position non consensuelle. En effet, ils ont considéré que la biomasse utilisée à des fins énergétiques (biogaz et biofuel) serait nulle et que les autres cultures industrielles utilisées à des fins non alimentaires (lin, chanvre...) seraient maintenues à leur niveau de 2010. Cette voie de développement de la méthanisation n'est pas retenue par les auteurs pour deux raisons. D'une part, les économies d'échelle fortement recherchées pour rentabiliser ces installations industrielles de grande taille ont conduit, depuis 20 ans, à renforcer la simplification des systèmes de culture pour la recherche de produits méthanisables sur des courtes distances. D'autre part, l'azote minéral ainsi produit a des impacts environnementaux identiques à ceux de l'azote minéral synthétique. Cette étude réduit donc l'option d'une fourniture protéique basée sur les co-produits des oléagineux (tourteaux de colza notamment) dont les huiles auraient été utilisées à des fins bioénergétiques, pour privilégier une production de protéines issues de cultures légumineuses fixant l'azote de l'air.

Cependant, dans un scénario alternatif où le végétarisme se développerait et où l'élevage de ruminants serait

donc notablement réduit, les auteurs mentionnent que la méthanisation des produits issus des prairies est à considérer. En effet, cette activité pourrait se substituer en partie à l'élevage bovin pour maintenir et valoriser ces surfaces indispensables à l'équilibre des systèmes agricoles et alimentaires reposant sur une production sans pesticides et sans engrais de synthèse. Dans ce cas, l'azote serait produit sans émission de méthane entérique, mais avec une production associée d'énergie sous forme de biogaz<sup>7</sup>.

### 6. Quels plans protéines à venir ?

*In fine*, ce scénario de l'IDDRI montre que la part des surfaces de légumineuses à graines (hors soja) dédiées à l'alimentation humaine représenterait 52 % de leur production totale (5,1 tonnes vs 4,7 tonnes pour l'alimentation animale). La part des débouchés pour l'alimentation humaine devenant plus importante (comme cela est le cas aujourd'hui pour les cultures céréalières), nous pouvons supposer que la structuration de ces filières et le poids des investissements pour la valorisation des légumineuses seront plus importants. En effet, les marchés des légumineuses pour l'alimentation animale, débouché majoritaire aujourd'hui, sont caractérisés par une grande instabilité. Cette instabilité s'explique par la forte dépendance des pratiques de formulation des aliments aux cours du marché, selon le principe d'achat de « nutriment anonyme » (*i.e.* pas de valorisation de l'origine géographique ou du type des matières premières utilisées).

Au moment où se construisent de nouveaux plans protéines, ces constats doivent conduire les politiques publiques

---

7. Ce scénario alternatif est présenté dans Aubert P.-M., Schwoob M.-H., Poux X. (2019). *Agroecology and carbon neutrality in Europe by 2050: what are the issues*. IDDRI. <https://www.iddri.org/en/publications-and-events/study/agroecology-and-carbon-neutrality-europe-2050-what-are-issues>.

à une réflexion sur l'équilibre des aides accordées aux différents systèmes agricoles, aux différents débouchés, à la structuration des filières et des unités de transformation industrielle, pour relancer les cultures de légumineuses de façon pérenne. L'accroissement des surfaces en légumineuses à 25 % de l'assolement nécessite, entre autres, une montée des investissements dans la sélection variétale

et le conseil aux agriculteurs pour atteindre des rendements satisfaisants, ainsi qu'un accompagnement important des consommateurs dans l'évolution des régimes alimentaires. ■

*Le GFL remercie Xavier Poux et Pierre-Marie Aubert pour les compléments de réponses et de données qu'ils nous ont adressés.*

---

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdullah M., Marinangeli C., Jones P., Carlberg J. (2017). Canadian potential healthcare and societal cost savings from consumption of pulses: A cost-of-illness analysis. *Nutrients*, vol. 9, n° 7, p. 793.
- De Gavelle E., Huneau J. F., Bianchi C., Verger E., Mariotti F. (2017). Protein adequacy is primarily a matter of protein quantity, not quality: Modeling an increase in plant: Animal protein ratio in French adults. *Nutrients*, vol. 9, n° 12, p. 1333.
- Havemeier S., Erickson J., Slavin J. (2017). Dietary guidance for pulses: The challenge and opportunity to be part of both the vegetable and protein food groups. *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 1392, n° 1, pp. 58-66.
- Muller A., Schader C., El-Hage Scialabba N., Brüggemann J., Isensee A., Erb K. H., Smith P., Klocke P., Leiber F., Stolze M., Niggli U. (2017). Strategies for feeding the world more sustainably with organic agriculture. *Nature Communications*, n° 8, p. 1290.