



# Les Protéines végétales, un bienfait pour la planète ?



Master Management et  
Développement Durable

Nicolas LOMBARD  
Manon NICOLAS  
Alice NORDSTERN

**Sous la direction de Karin BORAS**

## Impact des protéines végétales et animales sur l'environnement

D'après Solagro<sup>1</sup>, au niveau mondial, l'alimentation animale représente près de 1,7 milliard de tonnes de produits et coproduits (hors fourrages). Autrement dit, l'alimentation animale **utilise un cinquième de la production mondiale végétale primaire hors fourrages**.

En France, l'alimentation animale représente 33 millions de tonnes de protéines végétales produites.

Les principales sources d'alimentations animales sont :

- Les céréales (blé, orge, maïs, seigle, avoine, sorgho, et autres céréales),
- Les oléo-protéagineux (colza, tournesol, soja...),
- Les fourrages (maïs fourrage, prairies...).

La production mondiale de maïs représente à elle seule près de 61 % de l'alimentation animale.

**En règle générale, il faudrait environ 3,4 kg de protéines végétales pour produire 1 kg de protéine animale.** Ce ratio peut varier d'une année à l'autre ou bien même dépendant de l'espèce animale (qu'il s'agisse d'un bovin ou d'un lapin).

MONDE	Alimentation animale <sup>2</sup>	Part dans l'alimentation animale	Part utilisée en alimentation animale <sup>6</sup>
	(Mt)	%	%
Mais et produits	648	37%	61%
Tourteaux de soja	176	10%	100%
Son	130	7%	100%
Blé et produits	126	7%	19%
Manioc et produits	87	5%	33%
Orge et produits	86	5%	67%
Canne à sucre (bagasse)	52	3%	3%
Légumes, autres	51	3%	6%
Pommes de terre et produits	38	2%	13%
Riz et produits	34	2%	5%
Tourteaux de colza	32	2%	100%
Lait	29	2%	4%
Patates douces	28	2%	33%
Soja	21	1%	6%
Sorgho et produits	20	1%	39%
Céréales, autres	18	1%	68%
Avoine	15	1%	75%
Betterave à sucre (pulpe)	15	1%	5%
Tourteaux de tournesol	14	0,8%	100%
Tourteaux de graines de Coton	12	1%	100%
Autres	110	6%	/
<b>TOTAL</b>	<b>1 745</b>	<b>100%</b>	<b>/</b>

<sup>1</sup> Solagro : expert de l'innovation au service des transitions énergétique, agroécologique et alimentaire

<sup>2</sup> D'après une étude sur « Les céréales et co-produits dans l'alimentation animale » de Solagro

[https://solagro.org/images/imagesCK/files/publications/f120\\_2022\\_04\\_note\\_alimanimale\\_solagro.pdf](https://solagro.org/images/imagesCK/files/publications/f120_2022_04_note_alimanimale_solagro.pdf)



Deux grands types de cultures coexistent :

- **L'agriculture biologique<sup>3</sup>** : mode de culture fondée sur la valorisation des processus biologiques naturels (non-utilisation des produits chimiques, préservation des sols...)
- **L'agriculture raisonnée<sup>4</sup>** : mode de culture visant à concilier le respect de l'environnement, la sécurité sanitaire et la rentabilité économique.

Ces modes de cultures ont un impact sur l'environnement, au travers :

- **du gaz carbonique (CO<sub>2</sub>)**, qui provient principalement des transports, des émissions liées aux véhicules agricoles
- **du méthane (CH<sub>4</sub>)** : qui est émis par la culture bovine, ovine, cervidé, camélidé (et peu par la culture équine, porcine et volaille)
- **du protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O)** : provenant majoritairement de l'utilisation d'engrais azotés.

D'après la CITEPA<sup>5</sup>, en France, **9% des émissions de gaz à effet de serre viennent des élevages**, avec une part identique concernant les cultures végétales.

**À l'échelle mondiale, l'élevage représente 14,5% des émissions de GES**, soit 7 milliards de tonnes de CO<sub>2</sub>, dont :

- 50% de méthane
- 25% de CO<sub>2</sub> (lié aux changements d'affectation des terres et énergies fossiles des tracteurs)
- 25% de protoxydes d'azote liés aux engrais utilisés sur les cultures liées à l'alimentation nécessaire pour nourrir les animaux

Si on compare l'impact carbone des protéines végétales par rapport aux protéines animales, on constate que **le tofu a une empreinte carbone 10 fois moins élevée que celle du bœuf**.

<sup>3</sup> Définition de l'agriculture biologique <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/biologique/9431#151549>

<sup>4</sup> Définition de l'agriculture raisonnée <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/agriculture/1773#11023266>

<sup>5</sup> Michel M. Doreau. Impact écologique des productions animales. Université d'été de Nutrition, Sep 2010, Clermont-Ferrand, France

	Type de protéines (pour 1 kg de protéine)	Empreinte carbone (en kg équivalent CO <sub>2</sub> )
<b>Protéines animales</b>	Boeuf	9,5
	Porc	4
	Volaille	2,4
<b>Protéines végétales</b>	Soja	0,58
	Blé	0,375
	Maïs	0,3
	Tofu	0,982

Ces deux types de protéines ne nécessitent pas la même consommation en eau, le tableau ci-dessous représente les consommations moyennes en litres d'eau pour 1 kg de protéines :

	Type de protéines (pour 1 kg de protéine)	Consommations (en litres d'eau)
<b>Protéines animales</b>	Boeuf	15 000
	Porc	6 000
	Volaille	4 000
<b>Protéines végétales</b>	Soja	900
	Maïs ensilage	238
	Maïs grain couleurs	454
	Pomme de terre	594

Dans ce tableau, les consommations comprennent l'ensemble du cycle de vie de la production du kilogramme de protéine, de la consommation d'eau nécessaire à l'alimentation de l'animal, de la consommation d'eau de l'animal puis du processus de transformation en produit fini.



Les impacts liés à l'élevage sont plus importants que ceux liés aux cultures végétales. C'est un facteur écologique important, surtout lorsque l'on sait que la moitié des terres agricoles en Europe est destinée à la production animale (soit plus de 77 millions d'hectares).

En ce qui concerne l'impact sur les sols, ce sont les cultures végétales qui ont un impact plus important. En effet le principal impact des animaux sur les sols réside dans leurs déjections, qui sont souvent réutilisées pour les cultures végétales. Alors que pour les végétaux, il faut tenir compte de la pollution diffuse, correspondant à l'écoulement des pesticides dans les rivières ou les bassins versants (les bassins d'eau en aval d'un cours d'eau).

Si l'on prend l'exemple des cultures de maïs, le sol est laissé à "nu" la majeure partie de l'année, par conséquent lors de fortes pluies, l'écoulement de l'eau est plus rapide. De plus, comme ces cultures utilisent des engrais, les pluies vont lessiver les polluants des sols, à cause des pesticides préalablement déposés pour une "meilleure récolte".

Cet effet peut être aggravé si l'exploitation est spécialisée dans un certain type de culture en particulier, car les rotations entre les cultures seront plus rapides, et moins diversifiées. Cette réaction en chaîne affecte également la qualité de la terre, car l'utilisation de pesticides entraîne une diminution de la population de vers de terre (qui ont pour rôle d'entretenir la qualité de la terre), donc la terre devient beaucoup plus pauvre.

La culture de protéines végétales présente de nombreux avantages par rapport à ces pollutions de l'eau et du sol. En effet, les légumineuses telles que le pois chiche ou les lentilles vont capter l'azote de l'air sans avoir la nécessité d'utiliser trop d'engrais azotés, permettant ainsi de réaliser des économies, puisque 50 kg d'azote par hectare coûtent environ 300€.

Ces cultures permettent donc de stocker l'azote dans le sol, qui sera utilisé par les cultures suivantes, de plus cela va également créer une rupture des cycles des maladies et des ravageurs (insectes, limaces...).

---

« Laurent, F. (2012). *Agriculture et pollution de l'eau : modélisation des processus et analyse des dynamiques territoriales* (Doctoral dissertation, Université du Maine)

**Conclusion :**

Les productions de protéines végétales et animales ont un impact sur l'eau, les sols et la biodiversité.

Selon la WWF<sup>7</sup>, les cultures agricoles sont responsables d'environ 80% de la déforestation à l'échelle mondiale ainsi que de 70% de la consommation d'eau douce et 70% de la destruction de la biodiversité.

Si nous modifions nos habitudes alimentaires en augmentant la consommation de protéines végétales, on peut réduire de 30% minimum les émissions de gaz à effet de serre mondiale. Cela permettrait également de réduire de 50% la disparition des espèces florales et animales.

**Focus sur les algues**

Les algues sont une source de protéine végétale. Elles sont de deux sortes : les microalgues (invisibles à l'œil nu) et les macro-algues (visibles à l'œil nu).

A partir de cela, on distingue 3 types d'algues :

	Alimentation humaine	Teneur en protéine	Zone géographique	Autres
<p><b>Chlorophycées (algues vertes)</b></p> 	Valorisé comme légume de mer ou produit alimentaire intermédiaire	Entre 9% et 32%	Zones très particulières, ce phénomène se manifeste dans des zones limitées et bien précises: France dans certaines baies du Grand Ouest, mais aussi dans d'autres parties du monde, comme dans certains Grands Lacs d'Amérique du Nord ou sur la côte ouest de l'Irlande	Plusieurs facteurs doivent être réunis au même moment : une large plage à pente douce, un fond de baie à faibles courants de marée, une eau claire, assez chaude et ensoleillée, une concentration d'éléments nutritifs (azote et phosphore) et la présence d'ulves (algues).
<p><b>Phéophycées (algues brunes)</b></p> 	(phycocolloïde/aditif alimentaire ou en légume de mer) avec un volume annuel d'environ 683 000 tonnes	Teneur en protéine basses entre 3% et 15% matière sèche (Wakame = 24%)	Espèce Laminaria digitata exploitée en France en Bretagne pour les deux types de valorisation alimentaire : additifs et légumes de mer	Dans certaines régions, elles forment de grandes forêts sous-marines (forêts d'algues laminaires) sur la côte américaine de l'océan Pacifique par exemple.
<p><b>Rhodophycées (algues rouges)</b></p> 	Sa production mondiale à fins alimentaire humaine est environ de 131 000 tonnes	35% avec l'espèce <i>Palmaria palmata</i> ou <i>Dulse</i> , 47% espèce <i>Porphyra tenera</i>	Pousse dans l'atlantique et le pacifique	Sur les côtes bretonnes c'est principalement l'espèce <i>Porphyra umbilicalis</i>

<sup>7</sup> WWF : Des clés pour décliner un régime alimentaire durable à l'échelle mondiale et locale



La teneur en protéine des algues varie selon la famille botanique concernée. Ce sont les algues rouges qui possèdent le taux en protéine le plus élevé.

Concernant la législation des algues, il aura fallu attendre jusqu'en 1990, pour qu'un avis favorable concernant la commercialisation de 11 espèces de macroalgues soit transcrit par le Bulletin du ministère des Affaires sociales. Aujourd'hui la liste d'algues autorisées en alimentation humaine comprend 24 espèces. Il n'existe pas de réglementation européenne pour les algues alimentaires.

#### **Consommation :**

Les algues sont intégrées dans l'alimentation humaine depuis un bon nombre d'années, en effet, elles font partie intégrante de l'alimentation traditionnelle asiatique depuis des siècles. En effet, les japonais consomment entre 7 et 9 kg d'algues fraîches par an (CEVA, 2015), soit l'équivalent de la consommation moyenne annuelle de salade par français.

Les algues actuellement consommées contiennent les 8 acides aminés nécessaires à notre alimentation, le principal frein à l'utilisation des algues comme source protéique pour l'alimentation humaine est leur digestibilité.

#### **Production :**

En forte évolution depuis les années 1990, la production d'algues est majoritairement dominée par les apports de l'algoculture, la quasi-totalité (plus de 95 %) de la production mondiale est le fruit des pays asiatiques. A ce jour, la production française actuelle reste relativement faible (environ 400 tonnes d'algues fraîches produites chaque année).

#### **L'Europe :**

L'Europe contribue à la production mondiale des algues à hauteur de 1%.

#### **La France :**

Pays pionnier en termes de développement d'algues alimentaires, la France se place deuxième pays producteur à l'échelle européenne après la Norvège. En effet, elle produit par an, environ 90 000 tonnes de macro-algues fraîches issues de la récolte de populations naturelles (hors importation).

La majorité des entreprises françaises de transformation des macro-algues sont en Bretagne (85 %), à l'exception d'une ferme aquacole en Vendée et d'une usine de transformation du *Gelidium Sesquipedale* dans le Pays basque.

#### **Avantages :**

Les algues représentent un grand intérêt écologique. Elles recyclent à elles seules 50% du CO2 sur terre.

Algama a calculé que d'ici 2026, sa production d'ingrédient permettra d'éviter le rejet de 800.000 tonnes de CO2 dans l'atmosphère. Mais également de capturer 1.300 tonnes de carbone, et d'économiser 40 millions de mètres cubes d'eau par rapport aux protéines issues de l'agriculture ou de l'élevage.





La production d'algues pourrait, d'ici à 2050, absorber 135 millions de tonnes de dioxyde de carbone par an et 30 pour cent de l'azote qui pénètre dans les océans à cause de la pollution d'origine terrestre.

De plus, la culture d'algues nécessite peu de surface, peu d'eau et peu d'énergie pour avoir de bons rendements protéiques et d'autres molécules d'intérêt pour la santé comme les Oméga 3.

La faible demande en eau de la culture d'algue la distingue ainsi, de la plupart des autres productions végétales très consommatrices d'eau tel que le soja ou le maïs.

On pourrait aussi employer les algues comme sources de nutriments pour les animaux d'élevage, l'apport protéique proposant une alternative au soja.