

# Nourrir 9 milliards de personnes en 2050 : le défi alimentaire

## Quelques données du problème

Par Samuel Rebulard

Professeur agrégé et ingénieur agronome, Préparation à l'agrégation SV-STU, Université Paris Sud 11 Orsay

Alors qu'environ un milliard de personnes souffrent aujourd'hui de la faim, peut-on raisonnablement envisager d'en nourrir trois milliards de plus dans 30 ans ? Cette augmentation de la production alimentaire peut-elle être durable ?

**Plan :**

[Produire plus pour nourrir plus](#)

[Les solutions du passé-elles utilisables pour l'avenir ?](#)

[L'agriculture est une des principales victimes des atteintes à l'environnement](#)

[Bibliographie](#)

Sur les sept milliards d'habitants et demi que compte aujourd'hui la planète, 815 millions sont aujourd'hui (2016) sous alimentés. Pourtant, aujourd'hui, la production alimentaire mondiale est supérieure à nos besoins alimentaires : alors que les besoins alimentaires sont de 10 450 kJ (2500 kcal) par personne et par jour en moyenne, la production alimentaire mondiale actuelle permet à chaque être humain de disposer de 11 704 kJ (2800 kcal). La répartition inégale (voir tableau ci-dessous) de cette alimentation a pour conséquence des situations de sous-alimentation chroniques notamment en Afrique subsaharienne et en Inde.

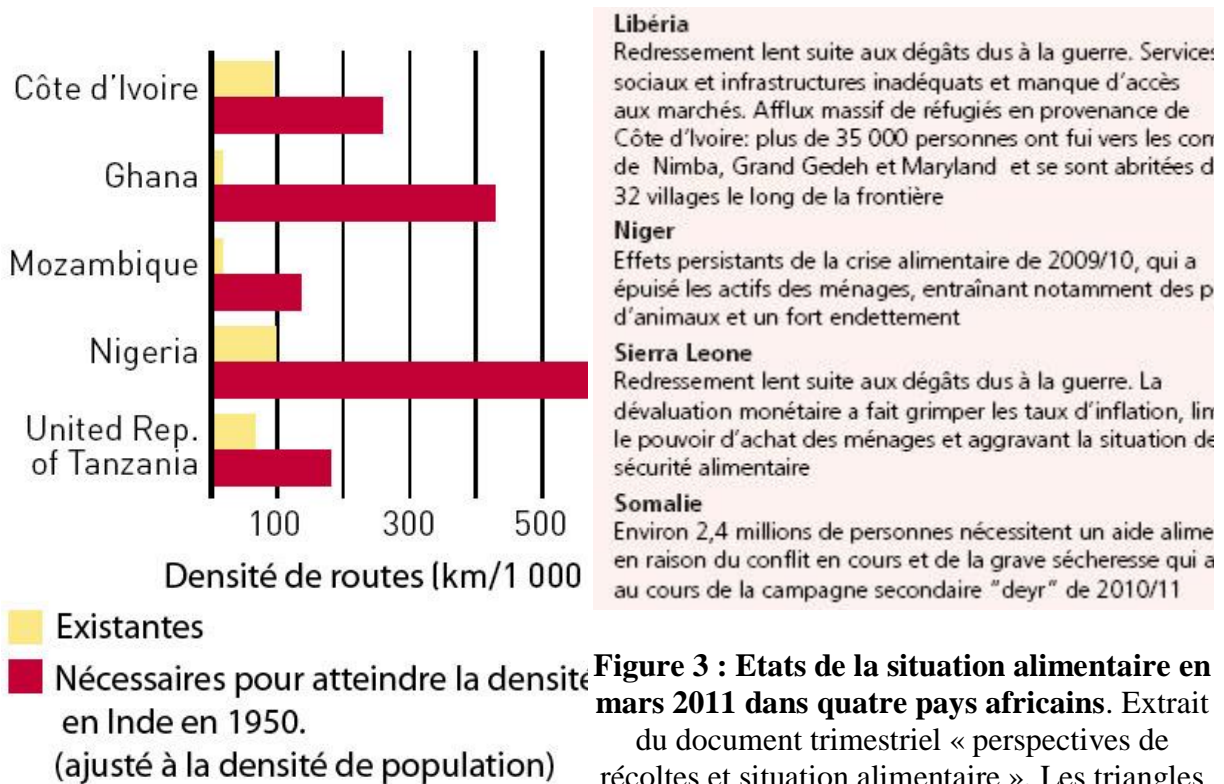
Pays	Céréales, pains, ...(1)	Racines et tubercules (1)	Viande et produits animaux(1)	Fruits et légumes (1)	Disponibilité alimentaire kcal/j/hab (1)	% de personnes sous alimentées (2)
Angola	29 %	29 %	10 %	7 %	2473	15%
Argentine	33 %	3 %	31 %	4 %	3229	4%
Cambodge	67 %	3 %	8 %	2 %	2477	15%
France	28 %	3 %	34 %	5 %	3482	3%
Madagascar	61 %	19 %	7 %	3 %	2052	42 %

**Figure 1 : Part de quelques aliments dans l'alimentation des populations de quatre pays (en %), disponibilité alimentaire (en Kcal/jour/habitant) et proportion de la population**

## **sous-alimentée** - source (1) FAOSTAT 2013 et (2) Banque mondiale 2015

La sécurité alimentaire fait l'objet d'une définition consensuelle reposant sur cinq critères (Sommet mondial de l'alimentation, 1996). Pour une population donnée, la sécurité alimentaire est assurée lorsque l'alimentation est d'abord disponible (les aliments sont présents dans l'environnement proche : magasins, marchés, stockage à domicile, stockage à la ferme). Il faut également qu'elle soit accessible physiquement (personnes malades, en situation de handicap, personnes âgées et enfants) et économiquement (les magasins peuvent être achalandés mais les riverains ne pas avoir les moyens d'acheter la nourriture). L'alimentation doit être saine et nutritive (c'est-à-dire qualitativement à même de maintenir les personnes en bonne santé) et répondre aux préférences alimentaires (culturelles, religieuses). Enfin toutes ces conditions doivent être stables dans le temps.

Une des causes les plus fréquentes de la sous-alimentation est la pauvreté (faible accessibilité économique). Paradoxalement, cette sous-alimentation touche principalement des populations rurales elles-mêmes productrices de nourriture. Souvent, il s'agit d'une incapacité agronomique ou climatique à produire une alimentation en quantité suffisante, qui peut être commercialisée pour permettre d'acheter des aliments complémentaires ou d'autres biens. D'autres facteurs s'ajoutent. La commercialisation des denrées produites peut être compliquée par la difficulté d'accès aux marchés locaux (qui peuvent être à plusieurs heures de marche) et une incapacité à avoir des coûts de production à même de rivaliser avec des cours mondiaux. Ensuite, l'importation de nourriture peut être rendue très difficile par la faiblesse des infrastructures (graphique ci-dessous), l'existence de conflits armés, des contextes politiques dégradés ou des situations de catastrophes naturelles (voir exemples en encadré ci-dessous).



**Figure 2 : Densité des routes en zone rurale dans quelques pays au début des années 1990 - FAO, The state of food insecurity, 2005**

**Libéria**  
Redressement lent suite aux dégâts dus à la guerre. Services sociaux et infrastructures inadéquats et manque d'accès aux marchés. Afflux massif de réfugiés en provenance de Côte d'Ivoire: plus de 35 000 personnes ont fui vers les comités de Nimba, Grand Gedeh et Maryland et se sont abrités dans 32 villages le long de la frontière

**Niger**  
Effets persistants de la crise alimentaire de 2009/10, qui a épuisé les actifs des ménages, entraînant notamment des pertes d'animaux et un fort endettement

**Sierra Leone**  
Redressement lent suite aux dégâts dus à la guerre. La dévaluation monétaire a fait grimper les taux d'inflation, limitant le pouvoir d'achat des ménages et aggravant la situation de sécurité alimentaire

**Somalie**  
Environ 2,4 millions de personnes nécessitent une aide alimentaire en raison du conflit en cours et de la grave sécheresse qui a eu cours de la campagne secondaire "deyr" de 2010/11

**Figure 3 : Etats de la situation alimentaire en mars 2011 dans quatre pays africains.** Extrait du document trimestriel « perspectives de récoltes et situation alimentaire ». Les triangles indiquent une dégradation, les carrés une situation stable. - FAO, Système Mondial d'Information et d'Alerte Rapide –SMIAR- sur l'alimentation et l'agriculture

A la sous-nutrition s'ajoute la malnutrition. Par exemple, en 2002, 1,5 milliards de personnes dans le monde souffraient de carence en iode, 250 millions d'enfants risquaient des déficits en vitamine A (provoquant une cécité) et les exemples sont malheureusement nombreux. La malnutrition touche tous les pays, en développement ou non. Dans les pays développés, en plus des carences en certains nutriments (acides gras oméga 3, fibres), ce sont plutôt les excès (apport calorique en général, produits animaux, sucres) qui pose des problèmes de santé publique. Ainsi près de 40 % des habitants des Etats-Unis (2016) souffrent d'obésité, corrélée un risque accru de certaines pathologies : maladies cardio-vasculaires, diabète, certains cancers.

A cette répartition inégale de l'alimentation, en qualité et en quantité, se superpose la dynamique démographique. Selon un scénario médian, la population mondiale atteindra 9,8 milliards d'individus en 2050 (11,2 milliards en 2100). Il faudra donc, selon les hypothèses retenues, augmenter la production alimentaire actuelle de 30 % à 100% d'ici-là. Une part importante de cette augmentation pouvant être supportée par des surfaces aujourd'hui déjà cultivées mais dont la production à l'hectare pourrait être augmentée.

## Produire plus pour nourrir plus

L'augmentation de la production agricole passe par deux voies : l'augmentation des surfaces cultivées ou l'augmentation des rendements agricoles par unité de surface.

À l'échelle mondiale, sur les 13,2 milliards d'hectares (GHa) de terres émergées, 1,5 (11%) sont aujourd'hui cultivées et 4,6 (34 %) sont des prairies utilisés principalement comme pâturages. Les terres non cultivées et potentiellement cultivables sont soit des prairies aujourd'hui (environ un tiers, 1,2 GHa, pourrait être utilisée pour les cultures) soit des forêts (1,4 Gha serait cultivable). On constate donc que contrairement à un message souvent entendu, les réserves de sols cultivables sont théoriquement suffisantes pour augmenter la production mondiale par simple augmentation de surface (sans augmentation des rendements agricoles). Néanmoins, après ce constat plusieurs questions se posent :

- Quel est le bilan écologique de la conversion de zones aujourd'hui non cultivées en cultures ?
- Quelle part de ces surfaces cultivées ou cultivables va être perdue dans les prochaines décennies (érosion des sols, salinisation, etc.) ?
- Quelle sera la part à l'avenir de la viande nourrie à partir du couple céréales/soja (issus de monocultures) par rapport à l'herbe (issue de prairie) ?

Par ailleurs, ces surfaces encore cultivables sont inégalement réparties. L'augmentation des surfaces cultivées est encore possible dans certaines régions du monde comme l'Amérique latine ou l'Afrique subsaharienne. Elle est en revanche impossible dans une grande partie de l'Asie ou le Proche Orient, soit parce que les surfaces cultivables sont quasiment toutes cultivées, soit parce que l'irrigation des terres encore disponibles ne peut avoir lieu faute d'eau. Le problème des surfaces agricoles disponibles risque donc de se poser de façon cruciale dans ces régions.



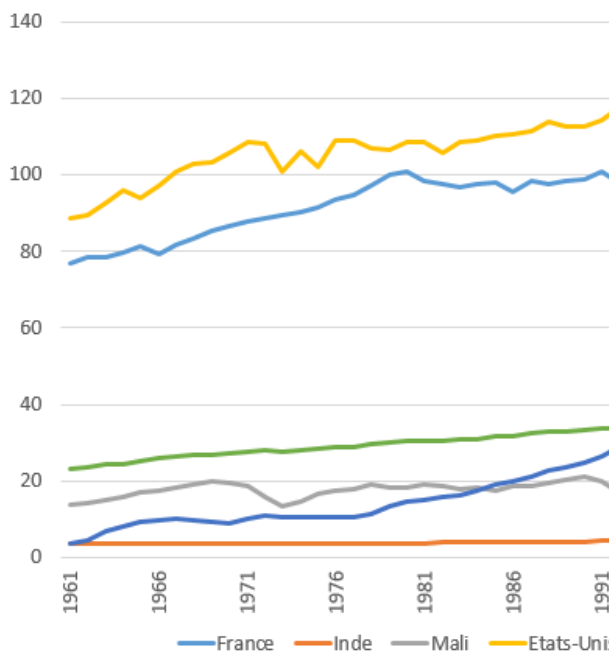
**Figure 4 : Rizières en terrasse dans le Yunnan.** Dans ces régions, il n'y a pas de possibilités d'augmenter l'espace cultivé - © Jialiang Gao



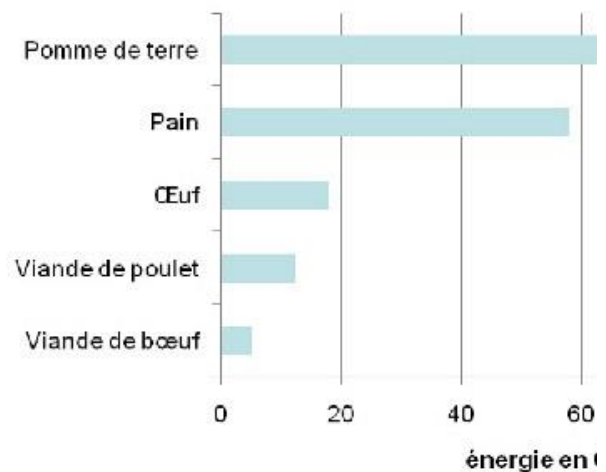
**Figure 5 : Récolte de la canne à sucre.** -  
Source : [www.photo-libre.fr](http://www.photo-libre.fr)

Par ailleurs, les surfaces agricoles ne sont pas utilisées uniquement pour la production alimentaire. Celle-ci peut se trouver en compétition avec des productions agricoles non alimentaires (coton pour les textiles, biocarburants...). Le Brésil qui compte pourtant 6,5% de personnes sous alimentées (2007) utilise 50% de sa production de canne à sucre pour la fabrication de bioéthanol, disputant ainsi aux Etats-Unis la place de premier producteur mondial. La production alimentaire est donc aussi une affaire de choix de société sur l'utilisation des surfaces cultivables et ces choix sont par conséquent du ressort des politiques agricoles.

Nous avons évoqué plus haut l'impact de la consommation de viande. Au cours du développement économique d'un pays, la part de la viande dans les régimes alimentaires augmente (voir graphique ci-dessous à gauche). Or, la production de viande nécessite de cultiver les végétaux pour alimenter le bétail. La surface agricole nécessaire pour produire 1kJ de viande de bœuf est environ 10 fois supérieure à celle permettant la production d'1 kJ de pain (voir graphique ci-dessous à droite). Aujourd'hui, près de la moitié de la production mondiale de céréales est consacrée à l'alimentation animale. La seule réduction de la consommation mondiale de viande permettrait de couvrir une grande partie des besoins à venir. Le PNUE (Programme des Nations Unies pour l'Environnement) estime que la quantité de céréales utilisée aujourd'hui pour l'alimentation animale correspond à l'énergie alimentaire nécessaire pour nourrir 3,5 milliards de personnes.



**Figure 6 : Consommation de viande dans différentes régions du monde (en kg/habitant/an).** On notera l'augmentation importante en Chine et la baisse récente en France et aux Etats-Unis - FAOSTAT



**Figure 7 : Energie alimentaire produite par hectare et par an pour quelques produits alimentaires**

Enfin l'augmentation des surfaces cultivées se fait au détriment des espaces naturels. Dans la forêt amazonienne, une surface équivalente à celle de la France est convertie en surface agricole tous les 10 ans. Ces surfaces sont relativement peu productives à moyen terme : les sols tropicaux sans arbres perdent facilement leurs éléments minéraux et sont facilement érodés par les pluies. A Madagascar, l'érosion des anciens sols forestiers convertis en terre agricole atteint 14t/ha/an et leur productivité est quasiment nulle en une quinzaine d'années.

Si une partie des défrichements forestiers sont réalisés par des paysans sans terre pour une agriculture vivrière (Nordeste au Brésil), une part considérable est destinée à des cultures d'exportation (soja pour les élevages européens dans le Cerrado brésilien ou huile de palme dont l'Europe est le deuxième importateur en Indonésie). Malgré ces dégradations inquiétantes des milieux naturels au profit de l'agriculture, la FAO estime que l'augmentation des surfaces cultivées ne contribuera qu'à 10 à 20% de l'augmentation de la production alimentaire total d'ici 2050.

## **Les solutions du passé sont-elles utilisables pour l'avenir ?**

L'autre voie alternative à l'augmentation des surfaces cultivées est l'augmentation du rendement agricole par unité de surface. Des augmentations importantes du rendement ont eu lieu depuis 150 ans dans certaines régions du monde. En Europe, la population a triplé depuis 1850. La production alimentaire a elle aussi augmenté grâce à l'augmentation des rendements agricoles, mettant les populations à l'abri de famines chroniques. Les moyens de cette augmentation ont été ceux de l'agriculture intensive, et la question se pose de savoir si ce modèle peut être appliqué au défi alimentaire futur.

Cinq piliers technologiques sous-tendent l'intensification conventionnelle de l'agriculture :

- Tout d'abord, l'utilisation de variétés à haut rendement, fruit de la sélection artificielle, elle rend les agriculteurs très dépendants des fournisseurs de semences et sont associés pour la plupart des variétés actuelles aux autres pratiques agricoles de l'agriculture conventionnelle.
- Ensuite, la mécanisation qui réduit les temps de travail et la pénibilité en utilisant des énergies fossiles, elle nécessite des investissements lourds.
- Suivent les engrais, nécessaires pour compenser l'appauvrissement naturel du sol en sels minéraux après une récolte. En effet, une plante que l'on exporte hors du champ contient des éléments minéraux qu'elle a prélevés dans le sol. Les engrais peuvent être chimiques ou organiques (fumier, lisier, compost...). Les engrais chimiques, compte tenu de leur bas coût et de leur disponibilité (les régions des grandes cultures n'étant pas des régions d'élevage, on n'y trouve pas d'engrais organiques), ont souvent été privilégiés. Les doses utilisées dépassent la seule compensation des pertes, ce qui a pour conséquence une augmentation des rendements. Mais le surdosage risque de laisser des engrais non utilisés par la plante rejoindre les cours d'eau et les nappes phréatiques.
- Quatrième pilier, l'utilisation des produits phytosanitaires, dont le but est de réduire la compétition (herbicides contre les adventices), la destruction par les ravageurs (insecticides) ou les maladies dues à des champignons (fongicides).
- Enfin, le développement de l'irrigation, majoritairement pour la culture du maïs et les cultures maraîchères en France, permet de limiter les effets de l'aléa climatique. Elle

est utilisée massivement dans certaines régions autorisant la culture dans des zones incultes, en Afrique du nord par exemple.

Toutes ces technologies ont un effet démontré sur l'augmentation des rendements. Elles ont permis à l'agriculture de remplir son objectif principal dans la deuxième moitié du XXe siècle : produire en quantité suffisante. Cependant elles ne sont pas à la portée de la plupart des paysans pauvres. Par ailleurs, elles ont toutes des conséquences plus ou moins importantes pour l'environnement (local ou global) voire la santé humaine. Ce qui explique que leur contribution à une agriculture du futur productive et durable soit remise en cause.

En ce qui concerne les pesticides, la France est le troisième utilisateur mondial de produits phytosanitaires, derrière les Etats-Unis et l'Inde. En fonction des cultures, les quantités et la nature des produits utilisés varie beaucoup (voir tableau ci-dessous).

Occupation du territoire et consommation de pesticides pour quelques espèces (données 2000, sources SCEES, UIPP)			
Cultures	%SAU (arrondi)	Consommation phytos (en % du total)	Remarques
Céréales à paille	24 %	40%	60% fongicides 35% herbicides
Maïs	7 %	10%	75 % herbicides
Colza	4 %	9%	
Vigne	3 %	20%	80 % fongicides
<b>Ensemble</b>	<b>38 %</b>	<b>79%</b>	

**Figure 8 : Consommation de pesticides pour quelques espèces cultivées** - Source UIPP, Pesticides, Agriculture et environnement, Réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux, Expertise Collective, INRA, Cemagref, 2005.

400 molécules actives différentes sont utilisées en France comme produits phytosanitaires). En 2011, on trouve des pesticides dans 93% des points de suivi des cours d'eau de France métropolitaine. Si le plus souvent les concentrations sont faibles, la présence quasi généralisée de ces pesticides et le nombre de substances différentes retrouvées dans les eaux traduisent une dispersion importante de ces produits. Sur la santé humaine, de nombreuses publications notent une augmentation des risques reprotoxiques, neurotoxiques et cancérigènes, en particulier pour les agriculteurs qui utilisent certains de ces produits. Parmi les aliments subissant une exposition aux produits phytosanitaires, les fruits et légumes sont particulièrement suivis. En 2006, la DGCCRF constate que 6% des fruits et légumes (soit 1 sur 16 consommés) sont non-conformes et dépassent les seuils réglementaires.

L'OMS considère à l'échelle mondiale que les pesticides seraient à l'origine de 20 000 à 200 000 décès par an, majoritairement dans les pays en voie de développement.

De la même façon, les surplus d'engrais et notamment les engrais azotés ont des effets sur l'environnement (les très médiatiques marées vertes, l'eutrophisation des lacs...) et sur la santé humaine (cancers, cyanose du nourrisson...). La limite imposée pour l'eau potable de 50 mg/L de nitrates est particulièrement difficile à tenir dans certaines régions très agricoles.

L'intensification massive de l'agriculture a donc été une solution efficace pour augmenter la production agricole. Elle a cependant des conséquences importantes sur l'environnement et

elle présente un risque pour la santé humaine avéré mais encore insuffisamment documenté. Cette intensification risque également de poser des problèmes à long terme par ses effets négatifs sur l'agriculture elle-même.

## **L'agriculture est une des principales victimes des atteintes à l'environnement**

L'agriculture intensive conventionnelle qui a permis d'augmenter les rendements jusqu'à aujourd'hui n'est pas une agriculture durable et n'est pas transposable à l'ensemble des régions du globe. Elle nécessite en particulier une quantité importante d'intrants (qui grèvent les coûts des exploitations) et menace à plus ou moins long terme deux ressources agricoles fondamentales et peu renouvelables : l'eau et les sols. La pratique trop fréquente du labour ou le fait de laisser les sols nus (sans végétaux) pendant une partie de l'année renforce les effets de l'érosion des sols.

L'irrigation, indispensable à la production agricole dans les pays du Proche Orient et d'Afrique du Nord notamment, pose deux problèmes. Celui de la durabilité des réserves qui sont utilisées plus vite qu'elles ne se rechargent et celui de la salinisation de ses sols (les sels présents initialement dans l'eau sont concentrés à la surface du sol) les rendant ainsi impropres à la culture.

D'autre part, l'agriculture intensive conventionnelle se prive de nombreux services écologiques gratuits permis par la biodiversité.

En effet, le labour fréquent, associé aux produits phytosanitaires et aux engrais, a un effet destructeur considérable sur la faune et la flore du sol. Or cette biodiversité naturelle contribue positivement à la fertilité : les lombrics favorisent la mise à disposition et la circulation des sels minéraux, leurs galeries favorisent le développement des racines. Certains microorganismes minéralisent lentement les restes de matières organiques, d'autres aident à la fixation d'azote atmosphérique, limitant ainsi l'utilisation d'engrais. Enfin de nombreux champignons entrent en symbiose avec les plantes cultivées (formant des mycorhizes) et améliorent leur capacité à absorber les minéraux.

Par ailleurs, des prédateurs comme les araignées et les carabes vivent à la surface des sols faiblement perturbés et limitent la prolifération des ravageurs des cultures.

Autre aspect de l'agriculture intensive conventionnelle, l'utilisation des variétés modernes la plupart du temps cultivées seules, en monoculture. Ces milieux très homogènes ne peuvent abriter ni prédateur ni compétiteur des ravageurs des cultures et favorisent la propagation des maladies.





**Figure 9 : Moisson dans une plaine à céréales cultivée en monoculture.** - Source : [www.photo-libre.fr](http://www.photo-libre.fr)

De la même façon, la mécanisation intensive a rendu utile l'arrachage des haies. Malheureusement, les haies comme les bords de champs et les friches jouent un rôle de stabilisateur des écosystèmes agricoles. En abritant des oiseaux et différents prédateurs, elles limitent les proliférations de ravageurs, elles freinent le ruissellement de l'eau et l'érosion des sols et enfin protègent partiellement les cultures des effets du vent. L'effondrement dramatique des effectifs des oiseaux agricoles en Europe constaté depuis 1989 (-33% en 2018) est due à la disparition de ces éléments semi-naturels : haies, bords de chemins, jachères, mares, etc. et à l'utilisation des produits phytosanitaires qui privent les oiseaux de ressources alimentaires (insectes, graines).

Les gains à court terme de l'agriculture intensive seront donc annihilés par les pertes à long terme liées à la dégradation des conditions de production agricole.

D'autres solutions mettant en œuvre une agriculture productive mais durable doivent donc être envisagées... (lire le [second article](#), du même auteur).

## **Bibliographie :**

1. Charvet J. P. L'alimentation dans le monde : mieux nourrir la planète. Larousse, 2006
2. Efsa, The 2015 European Union report on pesticide residues in food.
3. FAO, Situation mondiale de l'agriculture et de l'alimentation, rapports annuels
4. FAO, Etat de l'insécurité alimentaire dans le monde, rapports annuels
5. FAO, Système mondial d'information et d'alerte rapide, rapports réguliers et rapports spéciaux
6. Inra. Prospective Agrimonde-Terra : usage des terres et sécurité alimentaire mondiale en 2050. 2016.
7. Inserm. Pesticides : Effets sur la santé. Expertise collective. 2013.
8. Nahon D., L'épuisement de la terre : L'enjeu du XXIe siècle. Odile Jacob, 2008
9. Rebulard, S. Le défi alimentaire : écologie, agronomie, avenir. Belin, 2018.

10. Roudart, L., Pinson, V. Couvertures et usages agricoles des terres à l'échelle mondiale : analyse et comparaison des bases de données sur la situation actuelle et les évolutions possibles. Ministère de l'agriculture, 2009.
11. Service de l'observation et des statistiques (SOeS), du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie. L'environnement en France, Rapport, 2014.