

Peut-on nourrir 10 milliards de personnes de manière durable ? Oui, mais sous certaines conditions ...

Une équipe internationale de chercheurs a entrepris de modéliser la production agricole mondiale en identifiant quatre limites de durabilité dictées par les capacités de notre planète. Ces limites concernent l'intégrité de la biosphère, la préservation des forêts, celle des masses d'eau et enfin le rééquilibrage des flux d'azote. Leurs résultats ont été publiés dans la revue Nature¹, et ont montré qu'en l'état actuel, l'agriculture, si elle respectait ces limites, ne pourrait nourrir que 3,4 milliards de personnes. Ils ont également mis en évidence qu'avec la mise en place des pratiques appropriées, notre planète avait le potentiel pour nourrir plus de 10 milliards de personnes de manière durable. Si ces travaux font quelques omissions (comme tout travail de modélisation qui doit, par essence, simplifier la réalité), notamment en ce qui concerne le rôle de l'élevage dans la fertilité des sols, le cycle du phosphore ou encore la valorisation non-alimentaire des denrées agricoles, il en ressort une conclusion forte : la thèse malthusienne selon laquelle il serait impossible de nourrir 9 milliards de bouches en 2050 est à proscrire. Par conséquent, assurer la sécurité alimentaire mondiale passe par un changement de doctrine pour le commerce international de manière à recouvrer les conditions socio-économiques nécessaires à la lutte contre la faim.

Une modélisation autour de quatre contraintes planétaires

Les travaux entrepris par cette équipe de chercheurs allemands, finlandais, suédois et américains avaient pour but de créer une simulation à l'échelle mondiale des potentiels de production agricoles en fonction de différentes contraintes de durabilité. **La simulation a été réalisée à une échelle fine en divisant la planète en cellules de 0,5° de latitude et de longitude (l'équivalent de cellules de 55km de côté).**

Le cadre d'analyse employé ici repose sur la définition de quatre « limites planétaires ». Il s'agit de limites biogéophysiques, au-delà desquelles les processus naturels et les cycles géochimiques de la planète pourraient « saper de manière critique le système de résilience terrestre et la durabilité globale ». **La question posée par les scientifiques est donc de savoir si les prévisions démographiques ne vont pas être contraintes par les ressources alimentaires disponibles. Ils ont donc cherché à estimer la quantité maximale de nourriture que l'humanité peut produire tout en respectant les contraintes de durabilité.**

La première limite à respecter est l'intégrité de la biosphère, c'est-à-dire la protection de la biodiversité. Pour la respecter, les auteurs partent de l'hypothèse que tous les espaces contenant plus de 5% d'espèces menacées doivent rester vierges de production agricole. A l'inverse, de nouvelles terres peuvent être mises en production dès lors qu'elles n'affectent pas significativement la biodiversité. La modélisation s'appuie ainsi sur l'Indice d'Intégrité de la Biosphère développé par Newbold : tant que cet indice ne descend pas en deçà de 90% d'un habitat similaire non perturbé, la mise en production est possible².

¹ <https://www.nature.com/articles/s41893-019-0465-1>

² Cette définition a été établie par Tim Newbold et al. dans leur publication « Has land use pushed terrestrial biodiversity beyond the planetary boundary? A global assessment » que vous pouvez consulter ici : <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1503860/2/Newbold%20et%20al%202016%20final%20submitted%20version.pdf>

La seconde limite concerne les changements d'usages des terres et vise à restreindre les avancées des fronts agricoles sur les espaces forestiers. L'objectif fixé est de préserver 85% des forêts tropicales et boréales ainsi que 50% des forêts tempérées. Une situation qui laisse la place à une possible extension des terres agricoles jusqu'à hauteur de ces limites.

La troisième contrainte concerne les utilisations anthropiques de l'eau douce. Pour la respecter, les auteurs estiment qu'il faut réduire les prélèvements d'eau de manière à ce que les cours d'eau concernés respectent des « besoins en flux environnementaux » (« environmental flow requirements » en anglais), définis comme étant « la quantité d'eau nécessaire pour maintenir les écosystèmes fluviaux ». Face à cela, cette publication suggère d'augmenter l'irrigation dans les régions où la contrainte est moins forte et d'en améliorer l'efficacité dans les régions où une pression se fait sentir.

La dernière contrainte concerne les flux d'azote dans les eaux de surfaces. L'idée est donc de réduire l'utilisation de fertilisants azotés dans les espaces où le lessivage conduit à des concentrations d'azote supérieures à 1 mg/L dans les eaux de surface. Leur modélisation laisse de nombreuses incertitudes, en conséquence les auteurs estiment que toutes les concentrations inférieures à 3 mg/L sont acceptables et font partie de la marge d'erreur de leur modèle. **Il s'agit là d'une limite très forte, rappelons qu'en comparaison la Directive Nitrate autorise des concentrations jusqu'à 50 mg/L.** Le pendant de cette contrainte est d'augmenter l'utilisation de ces fertilisants dans toutes les zones où les usages sont moindres, notamment toutes les régions du monde avec des rendements faibles.

L'agriculture mondiale peut nourrir plus de 10,2 milliards de personnes

Les simulations ainsi menées ont permis d'obtenir deux résultats principaux. **Le premier montre qu'aujourd'hui, 48,6% de la nourriture mondiale est produite en transgressant au moins une des quatre limites planétaires. Ainsi, en soumettant les systèmes de production actuels aux « limites planétaires », on ne serait capable de nourrir que 3,4 milliards de personnes de manière durable.** La comparaison des effets isolés de chacune de ces limites montre que le facteur le plus préoccupant est l'azote (29,6% de la production alimentaire mondiale transgresse cette limite), suivi de l'intégrité de la biosphère (12,4%), et enfin les changements d'usage des terres (9,3%), et l'utilisation de l'eau (6,4%). L'effet prédominant de l'azote dans ces résultats s'explique par la limite extrêmement restrictive imposée par les auteurs, faisant automatiquement de cet enjeu le facteur le plus limitant d'une production agricole durable.

Le second résultat est qu'en augmentant les surfaces agricoles, en améliorant le recours à l'irrigation et aux fertilisants azotés, en réduisant le gaspillage alimentaire et en modifiant les régimes alimentaires, l'agriculture mondiale pourrait nourrir 10,2 milliards de personnes. Comme le montre cette publication, seul un des cinq scénarios du GIEC sur l'évolution de la population (le scénario le plus pessimiste) prévoit une population dépassant les 10 milliards d'habitants. L'expansion des terres agricoles et la réduction des écarts de rendement (usage de l'eau, fertilisants, etc...) sont les principaux moyens d'assurer cette augmentation de production. La figure 1 ci-dessous résume l'ensemble de ces résultats.

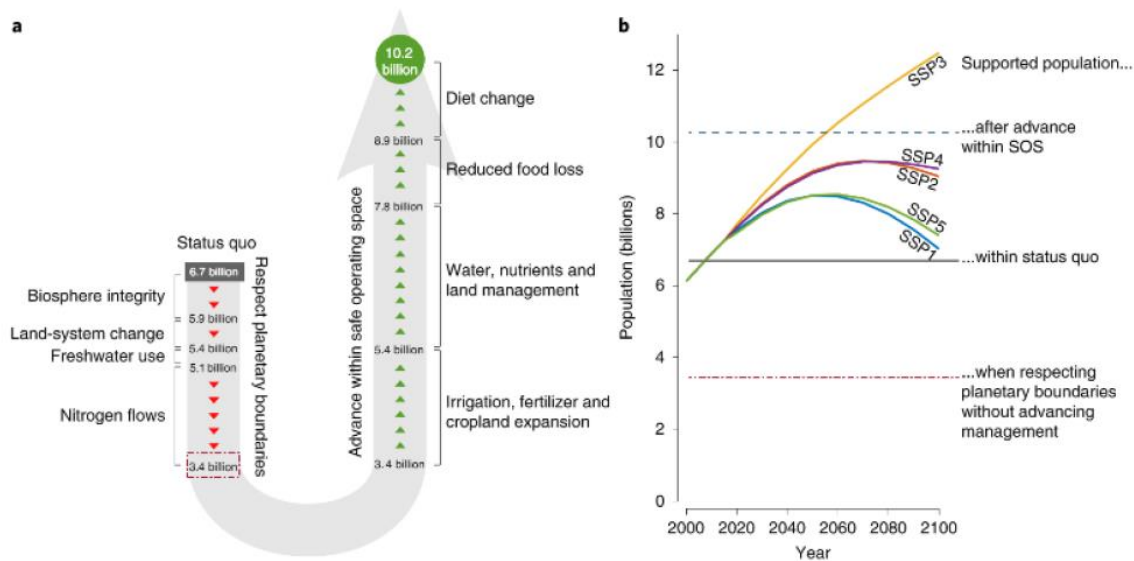


Figure 1 : influence des « limites planétaires » sur la production et voies d'amélioration

Le graphique en U montre qu'en l'état actuel l'agriculture nourrit 6,7 milliards de personnes, mais qu'en respectant l'intégrité de la biosphère, c'est-à-dire la biodiversité, on ne pourrait nourrir que 5,9 milliards de personnes dans des conditions durables. Ce chiffre tomberait à 5,4 milliards en respectant la limite sur l'usage des terres et à 5,1 milliards en respectant également la limite d'utilisation de l'eau. Enfin, l'effet le plus important provient de la limite sur l'utilisation de l'azote, qui, si elle était respectée en plus des trois autres, réduirait à 3,4 milliards le nombre de personnes nourries dans des conditions durables.

Dans la partie droite du U, l'amélioration des systèmes de production et les gains de terres permettraient d'augmenter suffisamment la production pour nourrir 7,8 milliards de personnes (+4,4 milliards de personnes nourries grâce à des optimisations de production). A cela s'ajoutent des modifications de comportements, qui incluent une réduction du gaspillage et un rééquilibrage des régimes alimentaires en faveur d'une alimentation incluant moins de denrées animales. Ces modifications des habitudes de consommation font augmenter à 10,2 milliards de personnes la population que la planète peut sustenter de manière durable. **Ce graphique montre donc que si les modes de production actuels ne sont pas durables, c'est bien de ce maillon que viendra la capacité à nourrir la planète, davantage que de changements de consommation.**

Par ailleurs, on peut noter que ces deux résultats sont issus de leur scénario « moyen », jugé le plus probable. Dans ce scénario, tous les comportements de consommation sont évalués à apport énergétique constant. Les auteurs ont fixé l'apport calorique par personne à 2355 kcal, soit le niveau de consommation moyen actuel au niveau mondial. **Néanmoins, d'autres simulations ont été effectuées en réduisant la consommation calorique par habitant au minimum recommandé par l'OMS (environ 1850 kcal par personne). Dans ce scénario l'agriculture mondiale pourrait nourrir jusqu'à 11,3 milliards de personnes.**

Ce travail très précis apporte beaucoup d'information intéressantes, néanmoins quelques points restent en suspens. **La question de l'élevage dans leur scénario principal n'a été traitée que sous un seul angle : la réduction de l'élevage pour libérer des produits végétaux consommables par l'homme et faire baisser la part d'aliments carnés.** Néanmoins dans les documents supplémentaires attachés à

cette publication³, les auteurs s'intéressent à deux questions concernant l'élevage, à savoir l'impact d'une généralisation des modes européens d'élevage et la prise en compte des flux d'azote libérés par l'élevage. Pour la première interrogation, une nouvelle simulation a permis de montrer que la production agricole mondiale serait très légèrement supérieure (toujours dans le cadre des limites planétaires) au scénario moyen présenté au cœur de cette publication, permettant ainsi de nourrir légèrement plus de personnes (10,7 milliards contre 10,2 dans le scénario de base).

Par ailleurs les auteurs indiquent que les flux d'azote ont été simulés et analysés en agrégeant tous les types d'amendements azotés et en les assimilant à des amendements minéraux. Cette simplification néglige les effets de synergies existant au sein des systèmes de polyculture-élevage. L'azote organique issu de l'élevage, utilisé dans ces modèles de production, est davantage retenu par les sols (car devant être minéralisé par la faune microbienne) que l'azote minéral, et est donc moins susceptible d'être lessivé. **Si la simulation n'a pas été réalisée, les auteurs précisent ainsi que la gestion maîtrisée des effluents d'élevage pourrait avoir un impact positif sur les flux d'azote en les limitant.**

Notons également que ce modèle possède deux autres limites importantes reconnues par les auteurs comme étant des voies d'amélioration de leurs travaux : le cycle du phosphore n'a pas été étudié alors que ce facteur pourrait contraindre la production alimentaire ; le changement climatique et l'épuisement des énergies fossiles n'ont pas été intégrés non plus. **Enfin, et cela n'est pas évoqué par les auteurs, les interactions entre production alimentaire et production d'énergie renouvelables issues de la valorisation de denrées agricoles ne sont pas du tout prises en compte.**

Une remise en cause des thèses malthusiennes

Bien qu'elle ne traite pas des conditions socio-économiques pour faire progresser la sécurité alimentaire, l'approche retenue dans cette étude apporte des enseignements importants. En premier lieu, nous retiendrons que cette étude vient contre-carrer les thèses malthusiennes selon lesquelles les capacités de production seraient insuffisantes pour relever le défi démographique de 9 milliards de bouches à nourrir à l'horizon 2050. Et, il serait même possible de le réaliser tout en respectant les limites biogéophysiques identifiées dans l'étude. **Il en résulte un constat important pour l'économie agricole moderne : le risque de surproduction restera une réalité dans la mesure où l'offre est capable de suivre voire de dépasser la demande en croissance.**

De plus, si la capacité d'augmenter la production de manière durable est une bonne nouvelle, la sécurité alimentaire est loin de n'être qu'une question d'équilibre entre production et consommation. **Comme le soulignent les auteurs « même si la nourriture était produite de manière durable au niveau global, une amélioration de l'accès à la nourriture ainsi qu'une distribution et un commerce équitable des denrées alimentaires seront de la plus grande importance ».** Sans détailler plus avant leur pensée, les auteurs de cette étude rappellent ainsi que les conditions socio-économiques et notamment l'instabilité des prix agricoles resteront décisives.

En définitive, cette étude s'inscrit dans une série d'études prospectives sur la disponibilité des ressources alimentaires à l'échelle mondiale qui tend, pour la plupart, à rejeter les thèses malthusiennes. Après une décennie de travaux de ce type, il serait bienvenu que la communauté scientifique prenne à bras le corps les problématiques des conditions socio-économiques favorables à la sécurité alimentaire de manière à nourrir la réflexion sur les politiques publiques visant à réguler les marchés internationaux et à garantir la sécurité alimentaire mondiale.

³ Voir les notes de méthodes supplémentaires : https://static-content.springer.com/esm/art%3A10.1038%2Fs41893-019-0465-1/MediaObjects/41893_2019_465_MOESM1_ESM.pdf

Christopher Gaudoin, Chargé de veille et d'analyse stratégique pour Agriculture Stratégies