

## La demande alimentaire mondiale en 2050

L'accroissement de la population mondiale et l'augmentation des niveaux de vie constituent des défis pour l'agriculture de demain, tant en termes de capacités d'offre que de gestion des externalités liées à ces transformations (émissions de gaz à effet de serre, pollution des eaux...). Anticiper les modifications des habitudes alimentaires pour mieux définir les politiques économiques à mettre en place dès à présent est donc un enjeu majeur, notamment si l'on veut assurer la sécurité alimentaire au niveau mondial. La transition nutritionnelle, processus expliquant les changements de régimes alimentaires associés au développement et à la croissance des revenus, présente des caractéristiques bien identifiées aidant à prédire les modifications de consommation dans les pays pauvres et émergents. Cette *Lettre du Cepii* propose une quantification de ce phénomène, permettant d'anticiper les modifications du régime alimentaire mondial et les changements associés de la demande agricole entre 2010 et 2050. En retenant le niveau de développement économique comme déterminant principal de la demande alimentaire, nous estimons une augmentation de la demande mondiale de calories de l'ordre de 46 % d'ici à 2050, avec un doublement de la consommation de calories d'origine animale.

### ■ Nourrir la planète

9,2 milliards, c'est le nombre estimé d'individus que la planète devra nourrir d'ici 2050. La production agricole devra augmenter pour faire face à cette croissance démographique, mais elle devra également s'adapter aux changements d'habitudes alimentaires liés aux évolutions des niveaux de vie. Cela implique pour le secteur agricole un double défi : produire plus, tout en limitant les effets indésirables. Les impacts environnementaux de ces transformations à grande échelle pourraient, en effet, se révéler dramatiques, en entraînant notamment la raréfaction des ressources naturelles, l'érosion de la biodiversité ou encore des émissions de gaz à effet de serre associées à la production et au commerce des denrées agricoles. Tout aussi problématiques peuvent être les conséquences des changements dans les modes d'alimentation sur la santé humaine, particulièrement en termes d'obésité, de diabète ou encore de maladies cardio-vasculaires.

Le concept de *transition nutritionnelle*<sup>1</sup> décrit l'évolution de la demande alimentaire en lien avec le développement économique d'un pays, en particulier le revenu par habitant. Cependant, ce dernier n'est pas l'unique moteur de cette transformation. D'autres mécanismes peuvent également modifier les régimes alimentaires, comme l'urbanisation ou le commerce international. L'idée sous-jacente est ici de s'appuyer sur le comportement des consommateurs dans les pays développés pour prévoir la trajectoire de consommation des pays en développement. La transition nutritionnelle, dont nous identifions les caractéristiques, permet ainsi de prédire les modifications de consommation, notamment dans les pays les plus pauvres.

Cette *Lettre*<sup>2</sup> propose une quantification de ce phénomène à l'aide d'un modèle économique, que nous utilisons ensuite pour estimer les changements à venir dans la consommation mondiale de calories.

1. Voir A. Drewnowski & B. M. Popkin (1997), The nutrition transition: New trends in the global diet, *Nutrition Reviews*, 55(2), 31-43 et B. M. Popkin, L. S. Adair & S. W. Ng (2012), Global nutrition transition and the pandemic of obesity in developing countries, *Nutrition Reviews* 70(1), 3-21.

2. Cette *Lettre* est adaptée de C. Gouel & H. Guimbard H. (2017), « Nutrition transition and the structure of global food demand », *Document de travail CEPII*, n° 2017-05.

## Calories consommées et niveau de développement économique

Aujourd'hui, que mange-t-on dans le monde ? Le régime alimentaire typique diffère grandement d'un pays à l'autre, tant par la quantité de calories consommées quotidiennement que par les produits qui le composent. Cette diversité s'explique beaucoup par le niveau de développement des nations, et donc par la capacité financière des ménages à satisfaire leur consommation. Nous retenons ici cette composante comme principal déterminant de la demande alimentaire. Bien entendu, de nombreuses autres raisons peuvent expliquer cette hétérogénéité : le taux d'urbanisation qui modifie les habitudes de consommation, ou encore les spécificités culturelles, dans lesquelles peuvent être regroupées des caractéristiques aussi diverses que les considérations religieuses ou les préférences collectives validées au niveau étatique ou supra-étatique (par exemple, l'interdiction des OGM dans l'Union européenne).

En 2010, la consommation alimentaire moyenne s'élevait à 2 851 kilocalories<sup>3</sup> par habitant et par jour (ci-après kcal/hab/j) (voir encadré 1 pour une brève présentation des données). Cette moyenne, qui dépasse dans la plupart des cas les besoins énergétiques individuels, confirme que l'agriculture mondiale pourrait, dans l'absolu, fournir une quantité de calories suffisante pour chaque habitant de la planète. Toutefois, les écarts à la moyenne sont importants (avec un écart-type proche de 400 cal/hab/j). Pour les pays pauvres, la consommation de calories s'établit à des niveaux moyens plus faibles (2 329 kcal/hab/j au Malawi, ou 2 442 en Inde). À l'opposé, certains pays riches se distinguent par

### Encadré 1 – Les données utilisées

Notre estimation est réalisée pour 115 pays et mobilise les données de l'année 2010.

La demande calorifique de l'ensemble des produits alimentaires utilisés pour la consommation humaine provient de FAOSTAT et exclut les stimulants (cacao, café, thé), les épices ainsi que les alcools (la somme de ces trois groupes de produits représente 87 kcal/hab/j sur les 2 851 consommées en 2010). Une particularité de ces données est qu'elles intègrent les pertes et gaspillages alimentaires (calories non consommées), ainsi que les quantités potentiellement données aux animaux domestiques, surestimant, par définition, la quantité de calories réellement destinée à l'alimentation humaine.

- Les PIB par habitant sont exprimés en dollars américains courants et sont fournis par la base « World Development Indicators » de la Banque Mondiale.
- Les données de populations proviennent de la Division Population des Nations Unies.
- Les prix proviennent de FAOSTAT. Quand ils ne sont pas disponibles, ils sont remplacés par les valeurs unitaires de commerce (base TUV, CEPII), corrigées des politiques commerciales (base MAcMap-HS6, CCI-CEPII).

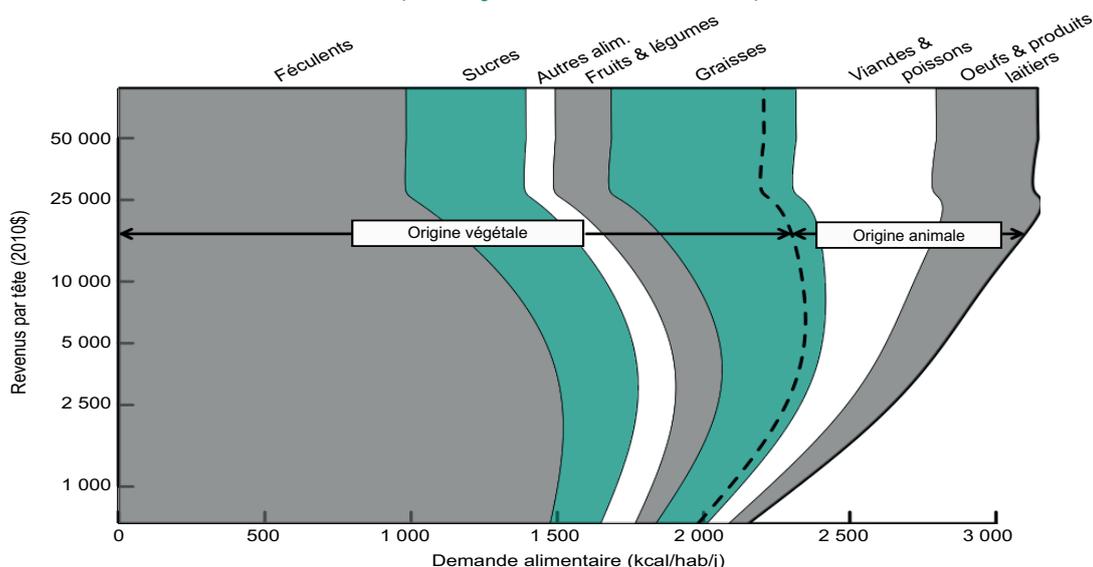
Nos projections sont réalisées pour 150 pays à partir de données (PIB par habitant et population) extraites de la base ECONMAP du CEPII.

La liste des sources, des pays (estimations et projections), ainsi que les choix méthodologiques effectués pour créer un ensemble cohérent de données sont présentés en détail dans Gouel et Guimbar (2017).

des niveaux de consommation de calories très élevés (comme par exemple, les États-Unis ou la France, avec respectivement 3 449 et 3 374 kcal/hab/j)<sup>4</sup>.

Outre les différences de quantité de calories consommées, les pays se distinguent également par leurs régimes alimentaires. Pour mieux rendre compte de cette caractéristique, notre analyse

Graphique 1 – Relation entre la demande de calories par catégorie d'aliments et le revenu par habitant



Note : La ligne en pointillés sépare les catégories d'origine végétale de celles d'origine animale. Nous utilisons la part moyenne mondiale de chaque graisse pour établir la distinction entre ces deux types de provenance dans le secteur des graisses.

Source : Calculs des auteurs.

3. Moyenne mondiale pondérée par la population des pays.

4. Ces chiffres de consommation incluent les pertes et le gaspillage. Il n'existe pas de données officielles quant à ces calories perdues, les mesurer étant très difficile. Le lecteur intéressé peut toutefois se référer à « Global food losses and food waste – extent, causes and prevention », 2011, de la FAO.

répartit les produits alimentaires en sept groupes, de telle sorte que leur demande agrégée partage un comportement semblable entre pays, tout en tenant compte de leurs similitudes nutritionnelles : les féculents (céréales, racines et tubercules), les produits sucrants (sucre, édulcorants et miel), les fruits et légumes, les graisses (huiles et graisses animales séparées), la viande et le poisson, les œufs et les produits laitiers, et les autres aliments (légumineuses, noix et graines oléagineuses). Le graphique 1 présente la relation entre la demande pour chacune de nos sept catégories de produits et le revenu par habitant (PIB par habitant, exprimés ici en dollars courants américains), obtenue en appliquant l'estimation de notre modèle (voir encadré 2) aux prix mondiaux moyens de chaque catégorie et à différents niveaux de revenus par habitant.

Notre estimation permet ainsi d'identifier comment la composition de l'alimentation évolue avec la richesse. À 660 dollars par an et par habitant (ci-après \$/an/hab), la majorité de la demande calorique provient de celle des féculents, soit près de 1 500 kcal/hab/j pour un total de 2 142 kcal/hab/j. Leur consommation augmente d'abord avec le revenu, mais relativement moins que celles des autres catégories combinées, entraînant une diversification du régime alimentaire à mesure que le revenu augmente. Au-delà de 2 000 \$/an/hab, la demande de féculents diminue lorsque le revenu croît et l'alimentation se diversifie davantage. La demande de calories d'origine végétale augmente jusqu'à un revenu de 7 000 \$/an/hab : la baisse de la

consommation des féculents est alors plus que compensée par l'augmentation de celle des graisses ainsi que des produits sucrants, et, dans une moindre mesure, des fruits et légumes. Enfin, la demande des calories d'origine animale montre une augmentation marquée avec le revenu, passant de 167 kcal/hab/j pour un revenu de 660 \$/an/hab à 911 kcal/hab/j pour un revenu de 50 000 \$/an/hab. Ce modèle capture ainsi les principales caractéristiques de la transition nutritionnelle conformes à celles rapportées dans les études antérieures (Drewnowski et Popkin, 1997 ; Popkin, Adair et Ng, 2012) : une augmentation de la demande de calories associée à l'élévation du revenu des consommateurs ; une baisse relative et absolue de la consommation des féculents de base dans la composition des régimes alimentaires ; et une forte augmentation de la demande de calories provenant des produits d'origine animale, des graisses et des aliments sucrés.

## ■ La demande mondiale de calories en 2050

Ce modèle estimé permet de proposer une projection de l'évolution de la demande mondiale de calories entre 2010 et 2050. L'utilisation des prix de l'année de base (2010) pour l'ensemble des résultats permet de supprimer tout effet-prix. Ensuite, les projections s'appuient sur les évaluations prospectives des PIB et de la population publiées par les organisations internationales (voir encadré 1). Nous présentons ici les résultats d'un scénario « moyen »<sup>5</sup>, qui envisage une croissance annuelle mondiale du PIB/hab de 2,33 %, entre 2010 et 2050, et une croissance démographique de 1,74 % par an sur cette même période.

Le tableau 1 présente les résultats pour la période 2010-2050 et distingue les impacts liés à l'élévation des revenus de ceux issus de la croissance de la population.

### Encadré 2 – Estimer et projeter l'effet de la croissance économique sur le régime alimentaire

Pour représenter la relation entre le revenu par tête et les consommations alimentaires, nous utilisons le modèle MAIDADS (Preckel et al., 2010\*), dont la présentation est détaillée dans Gouel et Guimard (2017). Ce système de demande, non-linéaire, intègre des consommations minimales de subsistance et présente des caractéristiques mathématiques intéressantes, notamment une grande flexibilité par rapport au revenu. Cela nous permet de prendre en compte :

- la relation non-linéaire entre la demande et le revenu : certains produits sont en effet plus consommés à mesure que le revenu augmente alors que d'autres le sont moins ;
- la réallocation de la demande entre les catégories de produits (loi de Bennett) ;
- la saturation de la demande de calories, celle-ci évoluant peu au-delà d'un certain niveau de revenu.

La demande mondiale de calories comprend sept catégories de produits alimentaires et un bien composite nonalimentaire (produits manufacturés et services). Pour inférer les paramètres de la fonction MAIDADS, nous utilisons l'estimateur du maximum de vraisemblance associé à un programme d'optimisation sous contraintes. Nous testons ensuite la significativité des valeurs obtenues en construisant par ré-échantillonnage des intervalles de confiance à 95 %. Ces derniers confirment la significativité de nos six paramètres qui lient la demande de calories au revenu : trois spécifient les niveaux de consommation de subsistance et trois autres déterminent les parts budgétaires marginales. Ces estimations sont réalisées en coupe instantanée, pour l'année 2010.

\* P. V. Preckel, J. A. Cranfield & T. W. Hertel (2010), A modified, implicit, directly additive demand system, *Applied Economics*, 42(2), 143-55..

Tableau 1 – Évolution de la demande alimentaire mondiale entre 2010 et 2050

(en %)

Groupe	Total	Effet Revenu	Effet Population
Féculents	18,1	-16,5	37,5
Produits sucrants	63,2	24,8	29,8
Autres aliments	25,7	-9,5	36,1
Fruits et Légumes	53,5	15,7	28,3
Graisses	85,2	44,9	27,4
Viande et Poisson	106,4	64,3	24,5
Œufs et Produits laitiers	87,3	46,8	25,4
Produits d'origine végétale	35,6	-0,7	34,7
Produits d'origine animale	95,0	54,7	24,5
Total	46,0	9,0	32,9

Note : Le modèle de demande utilisé étant non-linéaire, la variation totale diffère de la somme des effets liés aux revenus et à la population.

Source : Calculs des auteurs.

5. Dans Gouel et Guimard (2017), nous utilisons un ensemble de scénarii alternatifs quant aux projections de croissance de PIB et de population. Le lecteur intéressé par une quantification de l'incertitude, liée aux hypothèses de notre scénario principal y trouvera 5 analyses de sensibilité, se basant sur les scénarii SSP (Shared Socioeconomic Pathways) issus de la base ECONMAP.

Globalement, entre 2010 et 2050, la consommation de chacun des sept groupes alimentaires augmenterait, mais à des taux de croissance différents. La demande totale de calories augmenterait de 46 %, tandis que l'augmentation de celle des féculents et des autres aliments ne serait, respectivement, que de 18 % et 26 %. L'augmentation la plus rapide concerne la demande des produits d'origine animale qui doublerait (+95 %) sur l'ensemble de la période, des graisses (+85 %) et des produits sucrants (+63 %). En termes de trajectoire moyenne, la demande d'aliments augmenterait ainsi de 0,95 % par an. À titre de comparaison, sa croissance était de 2,01 % sur la période 1970-2010. Cet écart peut s'expliquer par une croissance plus faible de la population mondiale (2,44 % durant les quatre dernières décennies, par rapport à 1,74 % prévu d'ici à 2050). Par ailleurs, une part importante de la population mondiale ayant déjà atteint un niveau de revenu par habitant et par an élevé, l'augmentation attendue de la quantité de calories est moins grande que par le passé (ceci étant lié, notamment, à des effets de saturation de la demande qui sont intégrés dans les estimations).

La croissance de la population apparaît comme le principal moteur de l'augmentation de la demande de calories au niveau mondial, mais n'engendre que peu de réallocations en termes de consommation entre les sept groupes de produits. Si l'on ne considère que cette variable dans nos projections, son effet est compris entre 24 % et 38 %, avec une hausse plus grande (+35 %) pour les calories d'origine végétale qu'animale (+25 %), notamment parce que l'augmentation de la population provient principalement de pays dans lesquels ce type de calories est très demandé (pays à faible revenu).

En revanche, les impacts liés à l'augmentation des revenus sont beaucoup plus contrastés et l'élévation de la richesse engendre d'importants effets de réallocation entre les groupes d'aliments, tels que la transition nutritionnelle les prévoit. Les féculents (-17 %) et le groupe des autres aliments (-10 %) diminuent au profit des graisses (+85 %), des produits sucrants (+63 %) et des produits d'origine animale (viande et poisson, +106 % ; œufs et produits laitiers, +87 %). Au niveau mondial et d'ici 2050, la demande de calories dans les pays riches ayant déjà atteint un niveau élevé, les conséquences attendues en termes de réallocation entre catégories de produits liés

à la croissance du revenu par habitant proviendront massivement des pays en développement.

Ce travail présente toutefois deux limites qu'il convient de souligner. La première est que nous faisons l'hypothèse que les régimes alimentaires se stabilisent dans le temps et n'évoluent plus au-delà d'un certain niveau de revenu. Cela néglige donc les changements de la demande liée non pas aux revenus, mais aux changements de goût des consommateurs, d'éthique (mouvement végétarien par exemple) ou de connaissances nutritionnelles. Ces modifications sont par nature difficiles à prédire et n'ont donc pas été prises en compte. La seconde limite est que, par souci de simplicité, nous avons adopté une fonction de demande alimentaire commune à l'ensemble des pays du monde, négligeant ainsi les spécificités des régimes alimentaires de chaque pays. Ce choix est ce qui nous permet de prédire la consommation future des pays pauvres à partir de la structure moyenne des pays riches, c'est d'ailleurs la raison pour laquelle nous ne présentons que des résultats à l'échelle mondiale et non pas à l'échelle des pays.

Nos projections ne concernent que la demande pour l'alimentation humaine et font donc abstraction de celle induite par l'augmentation de la consommation de produits d'origine animale. Étant donné que plusieurs calories végétales sont nécessaires pour produire une calorie animale, la transition nutritionnelle induit un formidable effet de levier sur l'augmentation de la demande totale de produits agricoles. Un défi similaire a déjà été relevé par l'agriculture mondiale depuis les années 1960 avec un triplement de la production, principalement grâce à une forte augmentation des rendements agricoles, l'extension des terres arables et la réduction des jachères y ayant beaucoup moins contribué. Assurer la sécurité alimentaire mondiale dans un contexte d'augmentation de la richesse mondiale implique donc de maintenir une croissance élevée de la production agricole tout en contrôlant mieux les externalités associées. Cela pourrait également passer par l'adoption de régimes alimentaires plus sobres.

Christophe Gouel\* & Houssein Guimbard\*\*  
houssein.guimbard@cepii.fr

\* Chercheur associé au CEPII et économiste à l'INRA.

\*\* Économiste au CEPII.

## La Lettre du

# CEPII

© CEPII, PARIS, 2017

RÉDACTION :  
Centre d'études prospectives  
et d'informations internationales  
113, rue de Grenelle  
75700 Paris SP 07

Tél. : 01 53 68 55 00  
www.cepii.fr

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION :  
Sébastien Jean

RÉDACTION EN CHEF :

Jézabel Couppey-Soubeyran  
& Sophie Piton

RÉALISATION :  
Laure Boivin

La Lettre du CEPII  
est disponible en version électronique  
à l'adresse :  
<http://www.cepii.fr/LaLettreDuCEPII>

Pour être informé de chaque nouvelle parution,  
s'inscrire à l'adresse :  
<http://www.cepii.fr/Resterinforme>

ISSN 0243-1947 (imprimé)  
ISSN 2493-3813 (en ligne)  
CCP n° 1462 AD

Mai 2017  
Imprimé en France par le CGSP  
Service Reprographie

Cette lettre est publiée sous la  
responsabilité de la direction du CEPII.  
Les opinions qui y sont exprimées sont  
celles des auteurs.

RECHERCHE ET EXPERTISE  
SUR L'ÉCONOMIE MONDIALE

