



HAL
open science

Le rôle, la place et les enjeux futurs de l'énergie dans la chaîne alimentaire

Barbara Redlingshofer, . Académie d'Agriculture de France

► To cite this version:

Barbara Redlingshofer, . Académie d'Agriculture de France. Le rôle, la place et les enjeux futurs de l'énergie dans la chaîne alimentaire. Alimentation et énergie demain : du champ à la table du consommateur, Jan 2008, Paris, France. 15 p. hal-02824924

HAL Id: hal-02824924

<https://hal.inrae.fr/hal-02824924>

Submitted on 6 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LES CONTROVERSES DE L'ACADEMIE DE L'AGRICULTURE DE FRANCE

ALIMENTATION ET ENERGIE DEMAIN - DU CHAMP A LA TABLE DU CONSOMMATEUR -

Le rôle, la place et les enjeux futurs de l'énergie dans la chaîne alimentaire

23 janvier 2008

Par Barbara Redlingshöfer, Mission Environnement – Société de l'INRA

Manger est l'un de nos besoins quotidiens et fondamentaux dont la satisfaction nécessite de l'énergie. Cultiver les denrées agricoles, nourrir les animaux, transformer, conditionner, transporter nos produits alimentaires, aucun des processus n'est aujourd'hui envisageable sans recours à l'énergie. De la fourche à la fourchette, notre système alimentaire, comme notre système économique en général, est bâti sur l'accès à l'énergie abondante et peu coûteuse. Il y a donc un lien étroit entre son développement ainsi que son imbrication dans l'économie mondiale.

Si dans les années 1970, après les chocs pétroliers de 1973 et 1979, les préoccupations par rapport à la limitation de l'accès aux ressources pétrolières¹ ont généré une restructuration de l'approvisionnement énergétique - la France a notamment misé sur le développement de l'électricité nucléaire et du gaz – avec pour conséquence une moins forte dépendance énergétique, les énergies d'origine fossile comptent toujours pour une bonne moitié dans l'approvisionnement énergétique de la France en 2006.

Tab 1. Consommation d'énergie primaire² (2006) en France

	Mtep	%
Charbon	12,4	
Pétrole	91,8	52,5
Gaz	40,3	
Electricité primaire *	117,6	42,7
Energies renouvelables thermiques **	13,1	4,8
Total	275,3	100,0

* nucléaire + hydraulique + éolienne + solaire

** hors hydraulique, éolien et photovoltaïque

Source : Observatoire de l'énergie

Alors que la question de l'accès à l'énergie a nécessité une réponse d'ordre stratégique et politique, on a traité les problèmes de pollutions de l'air, du sol et des eaux, liées à

¹ L'accès limité à l'énergie joue sur le plan de l'abondance, des volumes connus et supposés, et sur le plan de la répartition géographique. Les chocs pétroliers des années 1973 et 1979 ont douloureusement rappelé aux pays industrialisés la vulnérabilité de leurs économies due à la dépendance à une poignée de pays exportateurs de pétrole coordonnés au sein de l'Opep, l'Organisation des pays exportateurs de pétrole.

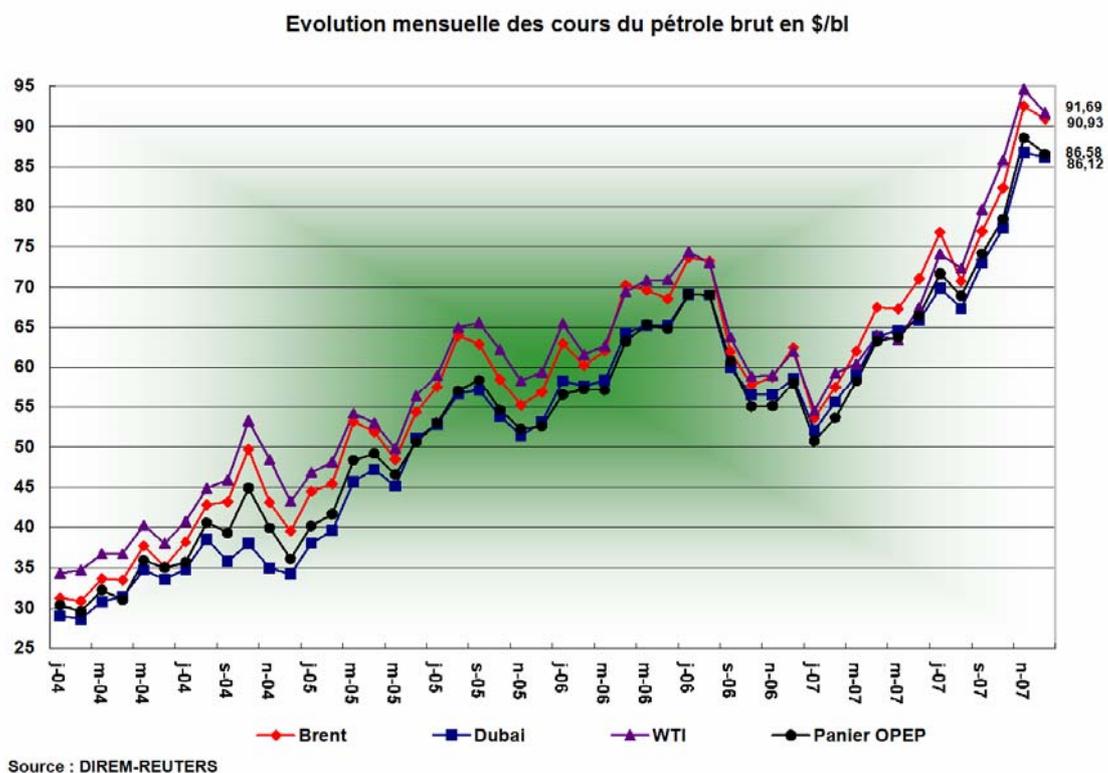
² Consommation d'énergie primaire : consommation finale + pertes + consommation des producteurs et des transformateurs d'énergie (branche énergie). L'énergie primaire est non transformée après extraction (houille, lignite, pétrole brut, gaz naturel, électricité primaire) et se distingue de l'énergie finale qui est celle livrée au consommateur pour sa consommation finale (essence à la pompe, électricité au foyer,...). La consommation d'énergie primaire permet de mesurer le taux d'indépendance énergétique national, alors que la consommation d'énergie finale sert à suivre la pénétration des diverses formes d'énergie dans les secteurs utilisateurs de l'économie (source : Observatoire de l'énergie).

l'utilisation et la combustion de l'énergie fossile au niveau technique (pots catalytiques des véhicules, équipement des établissements industriels) et par la maîtrise du risque accidentel.

De nouvelles contraintes fortes sont apparues aujourd'hui qui risquent de plus durablement influencer notre gestion de l'énergie et, de par leur ampleur, le fonctionnement même de nos sociétés :

- le réchauffement climatique et l'engagement des pays signataires du protocole de Kyoto, dont la France, de réduire leurs émissions de gaz à effet de serre,
- l'augmentation de la demande mondiale en particulier des pays émergents, la raréfaction des ressources pétrolières, et l'augmentation de leur prix.

Illustration 1



Si un baril coûtait encore entre 15 et 20 dollars au cours des années 1980/90, son prix ne cesse d'augmenter depuis 2000 et atteint la barre de 100 dollars début 2008. La tendance à la hausse devrait perdurer, renforcée par une stratégie de dominance des principaux pays exportateurs sur l'exploitation et la distribution des ressources. Il va de soi que les secteurs qui souffrent en premier de cette situation sont ceux pour lesquels l'énergie est un facteur de production majeur (la pêche marine, le maraîchage sous serre chauffée dans le secteur agroalimentaire, les transports par exemple).

1. L'énergie et le système alimentaire français

Tous les secteurs parties prenantes dans le système alimentaire – de l'agriculture aux industries agro-alimentaires, aux transporteurs, distributeurs jusqu'aux ménages - doivent faire face à la question de l'énergie.

Tab 2. La consommation finale³ énergétique par secteur (2006) en France

	Total Mtep	Dont : énergies fossiles	
		Mtep	%
Industrie	37,4	24,3	21,6
Résidentiel et tertiaire	70,6	36,7	
Transports de voyageurs et de marchandises	50,9	49	76,1
Agriculture	2,9	2,6	2,3
TOTAL énergétique	161,8	112,6	100

Source : Observatoire de l'énergie

La différence entre la consommation finale et la consommation primaire d'énergie s'explique par les pertes d'énergie (par exemple au cours de sa distribution) et par la consommation propre des producteurs et des transformateurs d'énergie (branche énergie).

Dans quelle mesure le système alimentaire est partie prenante de la consommation d'énergie en France ?

Sans évaluation faite à ce jour, certaines informations sectorielles peuvent servir à apprécier la place du système alimentaire dans la consommation d'énergie en France. Les données par secteurs présentées ne tiennent pas compte du fait qu'une partie de la production française est destinée aux marchés étrangers et qu'une partie de la consommation alimentaire nationale est importée. Les données présentées peuvent néanmoins servir à apprécier des ordres de grandeurs entre les secteurs concernés par le système alimentaire français.

- **Les industries agro-alimentaires** françaises consomment **5,146 Mtep**, soit 13,4% des besoins énergétiques du secteur industrie et 3,2% de tous les secteurs (2004). Leur approvisionnement énergétique se compose de 30,8% d'électricité, 44,5% de gaz de réseau, 13,9% de produits pétroliers, 6,2% de combustibles minéraux solides (charbon) (Observatoire de l'Énergie, SESSI, SCEES). Dans la même année, la **fabrication d'engrais** en France a consommé **1,226 Mtep** (SESSI).

- Les **ménages** consomment **47,3 Mtep** en 2003. L'électricité (24%) et le gaz (33%) fournissent ensemble plus de la moitié de l'énergie consommée. L'augmentation du nombre des ménages (25 millions de ménages en 2003, +78% par rapport à 1960) et de l'équipement électroménager et électronique induit une tendance à la hausse depuis environ 30 ans.

³ Consommation d'énergie finale : consommation d'énergie finale - nette des pertes de distribution (exemple : pertes en lignes électriques) - de tous les secteurs de l'économie, à l'exception des quantités consommées par les producteurs et transformateurs d'énergie (exemple : consommation propre d'une raffinerie). La consommation finale énergétique exclut les énergies utilisées en tant que matière première (dans la pétrochimie notamment) (source : Observatoire de l'énergie).

Tab. 3 Origine de l'énergie consommée dans les logements

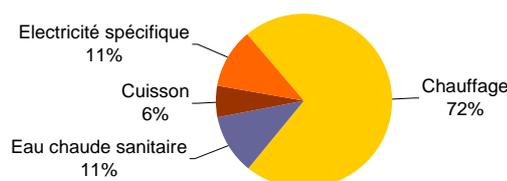
	En Mtep		En %	
	1973	2003	1973	2003
Electricité	2,5	11,6	6%	24%
Gaz	4,3	15,4	10%	33%
Charbon	4,5	0,7	11%	1%
Bois	7,9	8,3	19%	18%
Fioul	20,3	9,4	50%	20%
GPL	1,5	1,9	4%	4%
TOTAL	41,0	47,3	100%	100%

Source : ministère chargé de l'Industrie (DGEMP), d'après Ceren

Les usages domestiques de l'énergie pour la cuisson, le froid, le lavage de la vaisselle, le chauffage et l'éclairage des pièces concernées contribuent ensemble à la part des ménages dans la consommation d'énergie du système alimentaire.

Illustration 2

Répartition des usages de l'énergie dans l'habitat en 2004
En % de la consommation totale d'énergie



Source: Ademe, d'après Ceren, 2006.

- 80% du **transport de marchandises** (en tonnes-kilomètres) sur le **territoire français** (national et transit) s'effectue par route (contre 75 % en 1995) (source : ministère chargé des transports (SESP)).

On peut supposer que la part du routier est encore plus importante dans les secteurs des produits agricoles et alimentaires, puisque ces produits souvent périssables nécessitent plus que d'autres un temps de transport court et une gestion souple.

Dans la part du transport routier, toutes marchandises confondues, le transport des produits agricoles et alimentaires sur le territoire français représente 28,2% (produits agricoles et animaux vivants 12,9% ; denrées alimentaires et fourragères 15,3%) en 2005.

Quant aux **transports hors territoire français**, il s'agit des échanges avec des pays dans l'Union Européenne et des pays tiers.

Faute de connaissance des distances parcourues par les produits importés et exportés, les statistiques ne renseignent que sur le tonnage et la valeur de la marchandise transportée (base de données SitraM-I).

Le tableau 4 montre les volumes des produits agricoles et alimentaires (catégories NST 0 et 1) échangés à la frontière française (2005) selon leur mode de transport. Il ressort que la route est le mode dominant pour les échanges intra-européens, alors que les échanges avec les pays tiers se font majoritairement par la mer.

Tab. 4 Echange de produits agricoles et animaux vivants (NST 0) et de denrées alimentaires et fourrages (NST 1) par mode de transport à la frontière française ; en pourcentage du volume échangé, en 2005

	Mer	Autres modes	Fer	Air	Route	voie navigable	total du volume	
	%	%	%	%	%	%	%	millions de tonnes
Union Européenne								
Introduction	8,5	12,6	0,6	0	77,7	0,5	100	21,2
Expédition	23,5	0,1	5,6	0	53,5	17,2	100	46,0
Pays Tiers								
Importation	76,2	7,8	0	0,8	14,8	0,3	100	12,6
Exportation	88,4	1,6	1	0,3	8,4	0,3	100	16,8

Source : base de données SitraM-I

Tab. 5 Tonnages (millions de tonnes) sur le territoire français par mode de transport en 2005, total et produits agricoles et alimentaires (NST 0+1) :

Mode de transport	tonnage en millions de tonnes
SNCF	107,5
dont Produits agricoles et alimentaires (NST 0+1)	18,1
Transports routiers	2056
dont Produits agricoles et alimentaires (NST 0+1)	425
Navigation intérieure	59,5
dont Produits agricoles et alimentaires (NST 0+1)	11,7

Source : SNCF ; MEDAD/SESP ; Voies navigables de France ; Ministère de l'économie, des finances et de l'emploi ;

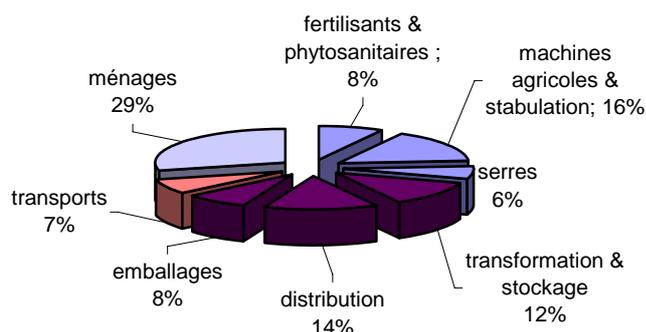
Après comparaison avec les volumes transportés sur le territoire dans la même année (tableau 5), force est de constater que les transports routiers sur le territoire sont ceux qui représentent le plus gros poste dans les transports des produits agricoles et alimentaires.

D'autres postes sont à considérer pour compléter une vue totale sur la consommation d'énergie du système alimentaire en France :

- le secteur des emballages,
- le secteur du commerce et de la distribution alimentaire,
- les déplacements des ménages pour effectuer leurs courses alimentaires.

A titre d'exemple, une étude (Faist, 2000) a calculé la consommation d'énergie du système alimentaire suisse. Le secteur agricole et les ménages contribuent respectivement pour 30% et 29% à la consommation d'énergie primaire du système alimentaire, suivi de la distribution (14%), de la transformation (12%), des emballages (8%) et des transports (7%).

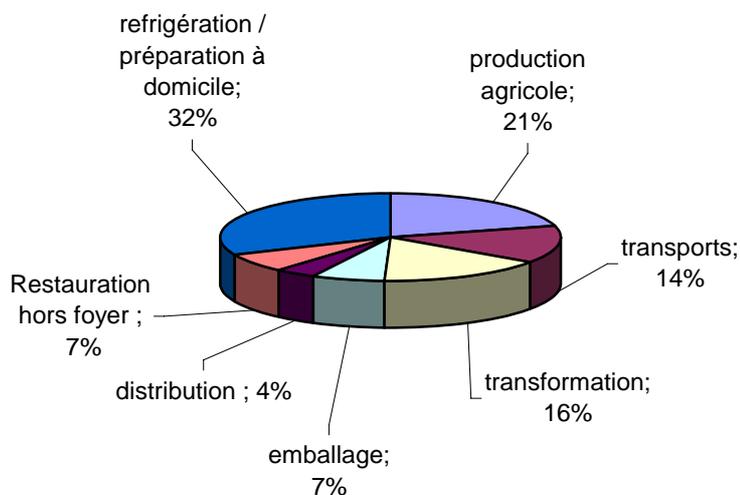
Illustration 3 Répartition de la consommation d'énergie dans le système alimentaire en Suisse



Source : Faist, 2000

Un autre exemple est celui de la consommation d'énergie du système alimentaire des Etats-Unis. Si la délimitation du système et la définition des catégories ne sont pas les mêmes que dans l'étude suisse, la répartition de la consommation d'énergie suit des ordres de grandeur similaires.

Illustration 4 Répartition de la consommation d'énergie (258,3 Mtep) dans le système alimentaire des Etats-Unis



Source : Heller et Keoleian, 2000

2. L'Evolution de nos habitudes alimentaires

Dans la mesure où le secteur agro-alimentaire s'est industrialisé et les revenus ont augmenté, nos habitudes alimentaires ont évolué.

Depuis une quinzaine d'années, et l'évolution continue à se poursuivre, nous achetons plus de produits élaborés par les industries alimentaires - produits laitiers et fromages, viandes et poissons préparées, jus de fruits, desserts, légumes transformés et plats cuisinés en conserve et surgelés - et moins de produits bruts ou semi-transformés que nous cuisinons nous-mêmes : pommes de terre, pain, lait frais, sucre sont en baisse dans notre panier de consommation.

Dans les catégories de produits, la consommation de produits riches en sucres lents tels que le pain et les pommes de terre baisse, celle des fruits et légumes, des produits laitiers et du poisson augmente. La consommation de viande blanche et de poisson augmente au détriment de la viande rouge.

Tab 6. L'évolution de la consommation des principales catégories de produits alimentaires

kg ou litre / habitant et par an	1970	1990	2002	tendance d'évolution
Produits céréaliers (biscuits, riz, pâtes alimentaires, semoule)	20	27,0	31,0	↗
Pommes de terre	126	62,4	69,2	↘
Pain	80,3	63,4	55,6	↘
Total Légumes	103,6	117,0	123,0	
Légumes frais		88,3	90,7	
Légumes transformés*		28,4	32,1	↗
Total Fruits	66,9	72,0	68,0	
Fruits frais (yc agrumes)		62,4	59,8	
Fruits transformés **		7,4	6,8	
Jus de fruits y c nectars	1,9	6,8	12,7	↗
Total viandes	71,2	87,5	87,4	
Porc		10,0	11,3	
Viande transformée***		24,3	26,7	↗
Bœuf		17,6	14,3	↘
Veau		4,5	3,7	↘
Mouton agneau		3,6	3,1	↘
Volailles		22,2	23,8	↗
Œufs		14,3	14,5	
Poissons crustacés total	15,4	24,8	24,7	↗
Poissons crustacés frais		14,8	13,7	
Poissons transformés		10,0	11,0	↗
Lait (en litre)		68,2	64,1	↘
Crème		2,8	5,1	↗
Yaourts et desserts lactés frais		22,2	30,2	↗
Fromages frais		6,7	8,7	↗
Fromages autres	11,5	17,1	19,0	↗
Fromages (frais et autres)		23,8	27,7	↗
Beurre	10,4	8,4	7,4	↘
Huile et margarine	8,1	13,7	12,1	
Sucre		10,0	6,8	↘
Confiseries****		7,7	9,1	
Total Sucre, miel et confiseries	23,2	14,7	12,3	
Boissons gazeuses sucrées	19	35,8	43,9	↗
Eau minérale et de source		92,4	161,6	

Source: Insee, ASF éd 2005, compta nat base 1995

* Légumes surgelés et en conserves

** surgelés, en sirop, confiture et gelées, compotes

*** jambon, charcuteries et conserves de viande, triperies

****chocolat, confiserie de sucre, de chocolat

Aujourd'hui, les ménages consacrent 14% de leur budget à l'alimentation contre le double en 1960⁴. Il ne s'agit pas réellement d'une baisse de budget, les dépenses ont continué d'augmenter en euros constants mais à un rythme inférieur à la croissance du pouvoir d'achat.

Les gains de productivité dans le secteur des IAA et la distribution en grandes surfaces ont considérablement contribué à la baisse relative du poste de l'alimentation dans le budget des ménages.

En 2007, la tendance à la baisse des prix s'est subitement inversée. Certains jugent ce phénomène conjoncturel, d'autres le jugent structurel. On peut être sûr qu'il a son origine dans plusieurs faits. La sécheresse dans quelques pays exportateurs de matières agricoles et l'offre de céréales, lait et viande ponctuellement insuffisante pour la demande mondiale sont des phénomènes ponctuels (on peut néanmoins se demander si trois années successives de sécheresse en Australie n'annoncent pas un phénomène qui devient permanent). Mais la hausse de la demande des pays émergents comme résultat de leur développement économique est un phénomène qui risque de perdurer. Elle gagne en importance sous l'aspect du changement du régime alimentaire des pays émergents : l'évolution classique lorsque le revenu augmente est celle d'une hausse de la part des calories d'origine animale au détriment du végétal. Elle ne reste pas sans effet sur les marchés mondiaux des matières premières agricoles qui servent à engraisser le bétail (blé, maïs, soja). En plus, la demande accrue en agrocarburants, quant à elle, a commencé à tirer vers le haut le prix des cultures à utilisation énergétique (exemple du maïs en Amérique).

3. Quels sont les déterminants de la consommation d'énergie dans l'alimentation ?

3.1 Les modes de production agricole

A partir du moment, dans les années 1950/60, où les engins agricoles motorisés ont remplacé les animaux de traction, où l'engrais de synthèse est utilisé à la place de l'engrais organique, la productivité agricole a triplé au prix d'une forte consommation de carburant.

La consommation d'énergie dans la production agricole dépend fortement de l'utilisation d'engins motorisés, de l'irrigation, du chauffage des serres de production, tous processus qui consomment de l'énergie. Mais il faut aussi tenir compte des intrants dont la production consomme de l'énergie : les fertilisants de synthèse principalement et les produits phytosanitaires.

Les pratiques culturales déterminent en large partie l'intensité énergétique⁵ du produit alimentaire. Elles expliquent qu'on trouve généralement, tous produits confondus, une consommation d'énergie inférieure de 15-20% pour les produits issus de l'agriculture biologique par rapport à ceux de l'agriculture conventionnelle, selon les pratiques culturales courantes, malgré une plus forte utilisation d'engins agricoles. L'utilisation de fertilisant organique comme du fumier et du compost à la place de l'engrais de synthèse fait économiser de l'énergie dans le bilan du produit final.

⁴ 13,9% du budget des ménages, hors alcool et tabac, en 2004 (INSEE).

⁵ L'intensité énergétique d'un produit met en rapport l'énergie primaire employée le long du cycle de vie d'un produit et soit son poids, soit le prix final du produit ; il est exprimé en MJ/kg ou MJ/valeur monétaire. Le Minefi appelle intensité énergétique le rapport entre la consommation de l'industrie (y compris sidérurgie et BTP) en tonnes équivalent pétrole et le produit intérieur brut (PIB) en euros constant. La baisse de l'intensité énergétique correspond à une meilleure efficacité énergétique. L'amélioration de l'efficacité énergétique permet de réduire les consommations d'énergie, à service rendu égal (Observatoire de l'énergie, Ademe).

Quant aux produits à contre-saison, cultiver des légumes sous serre chauffée nécessite environ de 20 à 30 fois plus d'énergie que la culture en plein champ ou tunnel froid. Pour la production de tomates, il faut compter entre 240 et 400 kWh d'énergie pour chauffer un m² dans une serre sur lequel on produit 30 à 40 kg, en France, selon les régions de production.

En élevage, mode de production de l'alimentation du bétail, composition de la ration alimentaire (élevage à dominance herbe ou céréales, maïs, concentrés), autoconsommation sur la ferme ou achat à l'extérieur, conduite du troupeau en pâturage ou engraissement en bâtiment, sont parmi d'autres des facteurs qui déterminent le niveau de consommation d'énergie du produit final viande, lait ou œuf.

Le mode de production - agriculture biologique contre agriculture conventionnelle - ne peut expliquer seul la différence de consommation d'énergie nécessaire pour un produit. Dans le cas de la production laitière par exemple, bien que la consommation d'énergie moyenne pour une quantité de lait donnée soit inférieure dans les exploitations en agriculture biologique, une étude met aussi en évidence une très forte variabilité des consommations d'énergie aussi bien en conduite biologique qu'en conventionnel. On peut en déduire que d'autres facteurs intrinsèques à l'exploitation ou à la conduite de l'exploitation peuvent avoir un impact aussi important que le mode de production (van der Werf *et al.*, 2007).

Du fait du plus grand nombre d'acteurs et de processus qui contribuent tous individuellement au bilan énergétique de la production animale, un kg de lait ou de viande nécessite en général toujours une consommation d'énergie supérieure que la même quantité d'un produit végétal.

3.2 Transformation et stockage des produits alimentaires

Rares sont aujourd'hui les produits que nous mangeons directement⁶, sans qu'aucun processus de conditionnement et / ou de transformation soit engagé.

Avant que nous croquions dans une simple pomme, cette pomme passe par des étapes de lavage, de calibrage, d'emballage et d'étiquetage qui nécessitent de l'énergie. De nombreuses matières premières agricoles sont rendues digestibles à travers des processus de transformation, artisanaux ou industriels, éventuellement suivis par une préparation culinaire. Les grains de blé par exemple sont moulus en farine avant la fabrication de pain. Pour les produits composés de plusieurs ingrédients, les processus de transformation sont encore plus nombreux et complexes.

A titre d'exemple, l'Öko-Institut allemand a élaboré les valeurs de consommation d'énergie suivantes pour les processus de transformation alimentaire :

⁶ L'autoconsommation des produits venant de vergers ou de potagers des ménages estimée à valeur de 3-4 % de la consommation alimentaire, ou encore des produits de cueillette, en quantité négligeable.

Tab 7 Sélection des consommations d'énergie de processus de transformation alimentaire

Produit	Consommation d'énergie pour transformer en produit final un kg de produit
	Mégajoules / kg de produit
frites surgelées	48
purée de pommes de terre en flocons (produit sec)	26,8
lait en poudre	9,7
sucre de betterave	9,7
saucisson	16,9
viande surgelée	6,8
huiles végétales	3,4
pizza	2,8
pain	2,3
conserves légumes	2,7
légumes surgelés	1,6
fromage	3,25
fromage blanc	0,44
lait pasteurisé	0,34

Source : Eberle *et al.* (Öko-Institut), 2005

La déshydratation (flocons de pommes de terre, lait en poudre, sucre de betterave) est un processus qui est relativement intense en énergie. La valeur très élevée pour les frites surgelées s'explique par le processus de fabrication qui passe d'abord par la déshydratation des pommes de terre avant de recomposer les frites.

Si un processus de transformation peut être intensif en énergie, comme pour les produits déshydratés, le transport des produits est souvent plus économe (l'eau éliminée n'a pas besoin d'être transportée ; l'exemple du concentré de jus d'orange venant du Brésil) et le stockage facilité puisque le milieu sec conserve mieux le produit. De manière générale, un processus intense en énergie peut induire des étapes en aval plus économe. La déshydratation en est un bon exemple.

En réponse à l'évolution des modes de vie où on consacre moins de temps à la préparation des repas à domicile, où l'utilisation des produits préparés, prêts-à-utiliser et prêts-à-consommer augmente et où la part de la restauration hors domicile dans les budgets augmente, les processus de transformation et de préparation hors domicile prennent plus d'importance qu'avant.

En outre, dans une approche globale du système alimentaire, on doit tenir compte des préparations à domicile. La consommation d'énergie d'un produit prêt-à-consommer ou d'un plat cuisiné peut être élevée dans sa phase de transformation industrielle et faible à l'utilisation domestique (réchauffement au four micro-onde) ; en revanche, un produit brut ou semi-transformé peut exiger la même consommation d'énergie, mais cette fois-ci au cours de sa préparation culinaire à domicile.

Pour conclure, il n'est pas évident d'affirmer, du point de vue de la consommation d'énergie, que les produits élaborés et prêts-à-consommer induisent une plus forte consommation d'énergie le long de la chaîne de production-consommation. Encore peu de chiffres sont disponibles à ce stade pour éclairer la discussion.

3.3 Transport

Si certains modes de distribution en circuit court, comme la vente directe à la ferme, en coopérative de producteurs ou sur le marché local, sont encore transparents sur les distances de transport, voire sur le choix du véhicule, la distribution en commerce qui implique des intermédiaires ne permet pas d'avoir une vue globale des trajets effectués par les produits alimentaires.

Ceci est encore moins possible lorsqu'il s'agit de produits composés dont les systèmes de production sont plus complexes et les fournisseurs d'ingrédients nombreux.

L'exemple du pot de yaourt qui parcourt 9115 km illustre bien l'étendue géographique du système de production. Les 9115 km sont la somme des trajets individuels des différents ingrédients du yaourt, de l'emballage et de l'étiquette. En revanche, l'exemple ne se prête pas à déduire la consommation d'énergie pour les transports.

En effet, celle-ci dépend, au moins, des facteurs suivants: la distance parcourue par le produit, le/les moyen(s) de transport utilisé(s), le taux de remplissage du véhicule, trajet en charge ou à vide.

On peut retenir les valeurs approximatives de consommation d'énergie pour le transport d'un produit, en MJ pour 1000 kg par km (Kok *et al.*, 2001):

avion 9,0 ; camion 1,7 ; train 0,6 ; transport maritime 0,1.

L'étude de Schlich *et al.* (2005) montre que les distances de transport ne sont pas nécessairement le critère le plus probant pour le niveau de consommation d'énergie. Dans le cas de deux produits étudiés, jus de fruits et viande d'agneau, ce n'est pas la distance entre le lieu de production et le lieu de distribution, mais l'organisation et les volumes gérés par la chaîne d'approvisionnement qui déterminent la consommation d'énergie pour les transports d'un produit. En effet, les chercheurs ont calculé une consommation inférieure pour les produits importés par bateau de l'hémisphère sud que pour les produits locaux (tableau 8).

Tab. 8. Consommation d'énergie finale spécifique pour deux chaînes d'approvisionnement et pour deux modes de transport dans le cas de la viande d'agneau.

Caractéristique	Chaîne d'approvisionnement régionale	Chaîne d'approvisionnement mondiale	
		Part du transport maritime	Part du transport routier
Distance de transport	100 km	20 000 km	400 km
Moyen de transport	camionnette	Porte-conteneurs avec 2 500 conteneurs, dont 97 réfrigérés avec viande d'agneau à destination du port de Hambourg	Poids lourd avec conteneurs réfrigérés
Quantité transportée	200 kg par transport	20 000 kg par conteneur	20 000 kg
Retour sans charge	oui	non	oui
Consommation de carburant	15 kg pour 100 km	1 000 000 kg pour 20 000 km	25 kg pour 100 km
Consommation de carburant spécifique	15 kg de carburant par 100 kg de viande d'agneau	400 kg de carburant par conteneur = 2 kg de carburant pour 100 kg de viande d'agneau	200 kg de carburant par conteneur = 1 kg de carburant pour 100 kg de viande d'agneau
Consommation d'énergie finale spécifique*	1,5 kWh/kg	0,2 kWh/kg	0,1 kWh/kg
		0,3 kWh/kg	

*Calculée avec une valeur approchée de 10 kWh d'énergie finale par kg de carburant.

Source : Schlich *et al.*, 2005

Selon Schlich *et al.* (2005), la logistique hautement efficace des chaînes d'approvisionnement internationales qui s'appuient sur le transport maritime et routier de gros volumes peut être plus économe en énergie pour transporter un produit, malgré des longues distances. En plus, un véhicule de petite taille, un faible taux de remplissage et un trajet sur deux à vide qui caractérisent la distribution locale sont de nature à désavantager le produit dans la quête aux économies d'énergie.

En fin de compte, ce sont ces mêmes arguments qui amènent à l'hypothèse que les déplacements des ménages en automobile pour effectuer les courses alimentaires pèsent lourd dans le bilan énergétique du système alimentaire : il s'agit des déplacements individuels et non collectifs ; les quantités achetées sont relativement faibles par rapport à la consommation de carburant des automobiles ; l'utilisation n'est souvent pas rentabilisée par d'autres usages sur un même trajet.

Sous cet angle, il pourrait même être plus important de rapprocher des ménages le lieu d'achat plutôt que le lieu de production. Or, les grandes surfaces alimentaires dans lesquels les ménages effectuent 75-80% de leurs achats tendent à se situer en zone périphérique des villes difficilement accessibles sans automobile. Le recours plus fréquent à l'automobile et l'allongement des déplacements sont les conséquences de cette évolution qui génèreraient quatre fois plus de circulation automobile dans le cas d'un hypermarché en périphérie que d'un supermarché de quartier (Beauvais consultants 2005).

3.4 Composition de l'alimentation et régimes alimentaires

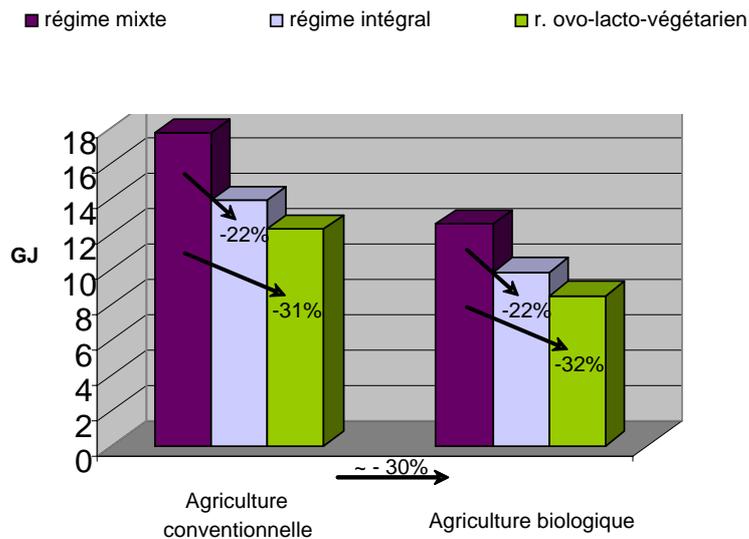
Les différents niveaux de consommation d'énergie des produits alimentaires déterminent ceux de la composition des repas. Un travail sur un échantillon représentatif de la population britannique montre en effet qu'on peut noter des consommations d'énergie très différentes pour un repas, allant du simple au double pour produire une calorie alimentaire (Coley et al.).

Il s'agit maintenant de comprendre les déterminants de ces différences de consommation d'énergie entre les repas et régimes alimentaires.

Comme déterminant majeur se profile la part des produits d'origine animale dans les repas. A titre d'exemple, l'étude allemande de Taylor attribue une économie d'énergie de 31% un régime végétarien⁷ (sans viande et poisson, avec produits laitiers et œufs) par rapport au régime traditionnel couramment pratiqué par les Allemands.

⁷ Les calculs de Taylor portent sur la production alimentaire, le transport des produits, la fabrication des emballages et les processus domestiques.

Illustration 6 Consommation d'énergie primaire selon le régime alimentaire et le type d'agriculture, pour une femme et par an.



Source : Taylor, 2000

Pour d'autres chercheurs, il est critiquable de différencier des régimes alimentaires en séparant des co-produits et de raisonner en viande bovine et lait séparément, les deux produits étant issus de la même filière (Faist, 2000).

Selon Faist (2000) les économies d'énergie d'un régime sans viande, mais incluant produits laitiers et œufs, serait négligeable avec 4 % à l'échelle d'une population du fait que l'élevage des vaches laitières et poules pondeuses est maintenue et qu'une consommation plus forte de céréales, légumineuses, fruits et légumes compense l'absence de viande.

Plus efficace en économies d'énergie que le régime végétarien serait un apport moindre mais équilibré en produits d'origine animale ce qui, en plus, éviterait le dilemme de produire un co-produit, la viande, sans débouché (Faist, 2000).

4. Perspectives

La hausse du prix de l'énergie touche tous les secteurs économiques. Aucun spécialiste actuellement ne s'attend à ce que l'augmentation du prix du pétrole s'inverse dans le futur proche. Contrairement aux situations de pénurie précédentes qui ont principalement touché les pays industrialisés, aujourd'hui, renforcer l'exploitation des ressources pétrolières ne sera pas efficace pour rééquilibrer le marché tant les niveaux de consommation sont élevés partout dans le monde.

Dans le système alimentaire, la hausse du prix se ressentira dans tous les secteurs de la production, de la transformation et de la distribution alimentaire.

Mais si les secteurs intensifs en énergie tels que le transport routier ou certaines productions agricoles seront plus concernés que d'autres par le renchérissement de l'énergie, au final, le consommateur en bout de chaîne alimentaire supportera le surcoût.

Les produits dont la consommation s'est largement démocratisée (fruits et légumes à contre-saison, viandes et poissons) risquent à terme de cliver encore plus fortement la société qu'ils ne le font déjà.

Quelles marges de manœuvre pour réduire la consommation d'énergie du système alimentaire ?

Dans le secteur des transports, le prix de l'énergie encouragera les industriels et les distributeurs à s'orienter vers des systèmes de logistique plus économes en énergie. La mutualisation des flux entre opérateurs partageant le même rayon de couverture est encore au stade de la recherche et de l'expérimentation. Mais à terme, une meilleure exploitation et une meilleure rentabilisation des chaînes d'approvisionnement seront inévitables. Quel avenir pour la distribution en flux tendu couramment pratiquée pour les produits à conservation limitée dont le principe est de remplacer le stockage par des livraisons fréquentes ?

L'agriculture et l'élevage seront amenés à réorienter leurs modes de production vers des systèmes économes en énergie dont les grands principes sont déjà connus des agronomes (itinéraires à bas niveau d'intrants, production biologique, élevage à l'herbe).

Les ménages mêmes peuvent réduire la consommation soit d'énergie directe, à savoir la consommation de carburant automobile et de gaz et d'électricité des appareils électroménagers, soit d'énergie indirecte nécessaire pour la production et la distribution des produits alimentaires. Privilégier les produits de saison et les modes de production dits durables fait aussi bien partie des options qu'une consommation modérée de produits d'origine animale.

A terme, aucun secteur n'échappera à la modification de ses pratiques pour réduire sa facture énergétique. Et si le prix de l'énergie n'initie pas les changements, les incitations ou contraintes politiques le feront. Car au-delà de la sécurité énergétique, la menace des conséquences du réchauffement climatique aujourd'hui largement reconnue comme telle par la communauté internationale finira par mobiliser tous les acteurs. Demain, le marché des droits d'émissions de CO₂ pourrait être une réalité, du moins, pour les secteurs de l'industrie et des services⁸.

⁸ Alors qu'aujourd'hui, seulement les industries de l'énergie, de la production et transformation des métaux ferreux, de l'industrie minérale et de la fabrication de pâte à papier, de papier et de carton sont concernées (Directive 2003/87/CE du Parlement européen et du Conseil, du 13 octobre 2003, établissant un système

Bibliographie et sitographie :

BEAUVAIS CONSULTANTS, 2005. « Evolution du commerce et utilisation de la voiture »(étude réalisée par Beauvais Consultants pour le compte de la Direction, de la recherche et des affaires scientifiques et techniques).

COLEY D.A., GOODLIFFE E., MACDIARMID J., 1997. The Embodied Energy of Food: The Role of Diet. *Energy policy*, 26(6), 455-459.

EBERLE U., FRITSCHÉ U., HÜNECKE K., WIEGMANN K., *Umweltauswirkungen von Ernährung – Stoffstromanalysen und Szenarien* [Impacts environnementaux de l'alimentation - analyses et scénarios des flux de matériaux], Öko-Institut, Darmstadt/Hamburg, 2005.

FAIST M., 2000. *Ressourceneffizienz in der Aktivität Ernähren: Akteurbezogene Stoffflussanalyse* [Efficacité des ressources dans l'alimentation : analyse des flux de matières et parties prenantes], thèse ETH nr.13884, Zürich, p. 45-52, 81, 112, 115. <http://e-collection.ethbib.ethz.ch/show?type=diss&nr=13884>

M. HELLER AND G. KEOLEIAN, Life-Cycle Based Sustainability Indicators for Assessment of the U.S. Food System (Ann Arbor, MI: Center for Sustainable Systems, University of Michigan, 2000).

KOK R., BENDERS R.M.J., MOLL H.C., 2001. *Energie-intensiteiten van de Nederlandse consumptieve bestedingen anno 1996*. 105. Groningen, the Netherlands, Center for Energy and Environmental Studies (IVEM). IVEM-Onderzoeksrapport.

REDLINGSHÖFER B., 2006. Vers une alimentation durable? Ce qu'enseigne la littérature scientifique. *Le Courrier de l'Environnement*, n°53.

SCHLICH E.H., FLEISSNER U., 2005. The Ecology of scale: assessment of regional energy turnover and comparison with global food. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 10(3), 219-223.

TAYLOR C., 2000. *Ökologische Bewertung von Ernährungsweisen anhand ausgewählter Indikatoren* [Évaluation écologique des régimes alimentaires au moyen d'une sélection d'indicateurs]. Dissertation am Fachbereich Agrarwissenschaften, Ökotrophologie und Umweltmanagement, Justus-Liebig-Universität Giessen.

van der Werf H.M.G., Kanyarushoki C., Corson M.S., 2007. An operational method for evaluating resource use and environmental impacts of farm systems. INRA Rennes / ESA Angers. Communication non publiée.

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
<http://www2.ademe.fr/servlet/getDoc?id=11433&m=3cid=96>

Observatoire de l'énergie de la Direction Générale de l'Énergie et des Matières Premières (DGEMP) :
http://www.industrie.gouv.fr/energie/statisti/f1e_stats.htm

Service des études et des statistiques industrielles (SESSI) : <http://www.industrie.gouv.fr/sessi/index.html>

Base de données SitraM-I : http://www.statistiques.equipement.gouv.fr/rubrique.php3?id_rubrique=402