

**ETUDE DE CAS ADEME-INRA**  
**Impact carbone de régimes alimentaires**  
**différenciés selon leur qualité nutritionnelle :**  
**une étude basée sur des données françaises**

**RAPPORT FINAL**

Version publique – mars 2011

**COMMANDITAIRES**

INRA  
Catherine ESNOUF  
Louis-Georges SOLER

ADEME  
Jérôme MOUSSET  
Sarah MARTIN

**REALISATION**

Markéta SUPKOVA  
avec les contributions de  
Nicole DARMON, Florent VIEUX  
et Barbara REDLINGSHOEFER  
Relecture et correction Marie RUSSEL

## **REMERCIEMENTS**

---

La présente étude a bénéficié du soutien assidu des équipes de l'INRA Paris (Barbara Redlingshöfer, Marie Russel), Ivry et Rennes, de l'ADEME et de l'équipe INRA/INSERM de Marseille (Nicole Darmon, Florent Vieux). Les experts filières ont également été sollicités pour les produits n'étant pas couverts par les ACV trouvées dans la littérature. Un important appui a été apporté par les documentalistes INRA mobilisées dans le cadre de la réflexion prospective *duALIne* INRA-CIRAD.

## SOMMAIRE

REMERCIEMENTS .....	2
RÉsumÉ exÉcutif.....	4
Liste des tableaux.....	9
LISTE des figures .....	10
I. INTRODUCTION .....	11
i. CONTEXTE DE L'ÉTUDE .....	11
ii. OBJECTIFS.....	12
iii. DÉFINITION DES MOTS CLEFS .....	12
II. DÉFINITION DU SYSTEME d'Étude.....	15
i. MÉTHODOLOGIE .....	15
ii. PÉRIMETRE DE L'ÉTUDE.....	15
iii. UNITÉ FONCTIONNELLE.....	16
III. CONSOMMATION FRANCAISE DES PRODUITS ALIMENTAIRES.....	17
IV. SÉLECTION DES PRODUITS ALIMENTAIRES.....	18
i. MÉTHODE DE SÉLECTION DES DONNÉES NUTRITIONNELLES .....	18
ii. IMPACTS CARBONE DES PRODUITS ALIMENTAIRES .....	23
iii. INCERTITUDE DES DONNÉES CARBONE .....	25
V. SÉLECTION DES RÉGIMES ALIMENTAIRES.....	29
i. MÉTHODE - DÉFINITION DE L'ÉCHANTILLON.....	29
ii. DÉFINITION DES GROUPES DE CONSOMMATEURS SELON LA QUALITÉ NUTRITIONNELLE DE LEUR ALIMENTATION.....	29
iii. COMPOSITION DES RÉGIMES ALIMENTAIRES.....	31
VI. ANALYSE D'IMPACT CARBONE DES RÉGIMES ALIMENTAIRES.....	36
VII. LIMITES DE L'ÉTUDE .....	47
VIII. Conclusion et questions de recherche .....	49
BIBLIOGRAPHIE MOBILISÉE.....	51
ANNEXES .....	54
Annexe I Apports journaliers moyens en énergie et en nutriments, densité énergétique et contribution énergétique des produits végétaux à l'alimentation par sexe et selon les quatre groupes de qualité nutritionnelle contrastée .....	54
Annexe II Consommations moyennes de chaque famille d'aliments par sexe et selon les quatre groupes de qualité nutritionnelle contrastée (en g/jour).....	58

## RÉSUMÉ EXÉCUTIF

---

### CONTEXTE DE L'ETUDE

---

La présente étude s'inscrit dans le cadre de certains travaux menés au niveau international portant sur la combinaison des impacts environnement et santé de l'alimentation. Elle s'interroge sur la notion plus large de l'alimentation durable en croisant pour la première fois en France l'analyse environnementale avec les données nutritionnelles de consommation réelle.

L'étude présente en grandes lignes l'impact carbone d'une sélection de régimes alimentaires différenciés par leur qualité nutritionnelle et est fondée sur les données de consommation réelle issues de l'enquête INCA 2 - étude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires des Français, réalisée en 2006-2007 par l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA). Par souci de faisabilité, elle porte uniquement sur l'impact carbone.

Le terme impact carbone désigne le potentiel de réchauffement global des émissions des six gaz à effet de serre (GES) retenus par l'IPCC. La méthode dite des équivalences est utilisée pour exprimer, par rapport au CO<sub>2</sub>, l'impact de ces six gaz sur l'effet de serre. Pour l'agriculture, il s'agit principalement du dioxyde de carbone, du méthane et du protoxyde d'azote. Les émissions de gaz à effet de serre, ou l'impact carbone, rassemblées pour les différents produits alimentaires de l'étude sont exprimées en g eqCO<sub>2</sub>/100 g de produit.

L'objectif de l'étude est de **comparer l'impact de régimes différenciés et non pas d'établir de manière absolue** les impacts carbone des produits.

L'originalité de cette étude par rapport aux travaux internationaux est de considérer **la qualité nutritionnelle à partir d'indices effectivement représentatifs** de cette qualité et non bâtis sur des compositions de régimes stéréotypés (régimes carnés opposés à végétariens, par exemple).

### METHODOLOGIE

---

Le périmètre de l'étude se limite à l'analyse de l'impact des phases suivantes : production agricole, transformation, conditionnement/emballage, transport vers un magasin en France et distribution avec stockage au magasin. Les phases de transport des clients (transport entre le point de vente et le domicile du consommateur), consommation/utilisation, stockage chez le consommateur, préparation chez le consommateur et la gestion de fin de vie du produit alimentaire ne sont pas prises en compte, par défaut de données représentatives facilement mobilisables. L'unité fonctionnelle déterminée pour le recueil des données carbone est « 100 g de produit alimentaire disponible en magasin en France ».

L'analyse est basée sur 74 produits alimentaires, sélectionnés parmi les 1312 produits déclarés comme consommés pendant la semaine d'enquête par l'ensemble des participants à l'étude INCA 2. Ces 74 produits ont été identifiés de la façon suivante : onze catégories de produits ont été déterminées : produits laitiers, viande-œuf-poisson, fruits et légumes, féculents, autres boissons, eau, plats préparés, snacks et apéro, produits sucrés, assaisonnements, et fruits oléagineux. Dans chacune de ces catégories, les 74 aliments ont été sélectionnés pour être représentatifs de chacune de 36 familles d'aliments (selon le pourcentage de personnes ayant consommé ces produits dans la semaine par rapport à d'autres produits de la même famille). Dans la mesure du possible, nous avons sélectionné des aliments consommés au moins une fois pendant la semaine d'enquête par au moins 10% des adultes.

L'étude porte sur les données de consommation individuelle d'un sous-échantillon d'individus de plus de 18 ans (n=1918) (776 hommes et 1142 femmes), considérés comme 'normo déclarants'. Les individus ont été répartis selon la qualité nutritionnelle de leur ration à partir des consommations observées dans INCA 2. Les médianes de trois indicateurs de qualité nutritionnelle : MAR (présence en quantité suffisante de 20 nutriments en adéquation avec les recommandations nutritionnelles), MER (présence en quantité limitée de trois nutriments inadéquats vis-à-vis des recommandations), et DE (densité énergétique), ont permis de regrouper les individus de l'échantillon par sexe (hommes et femmes séparés) selon les groupes suivants :

- Mangeurs « adéquats » : les individus ayant un MAR supérieur à la médiane, une DE inférieure à la médiane et un MER inférieur à la médiane - 281 individus (101 hommes et 180 femmes)
- Mangeurs « inadéquats » : les individus ayant un MAR inférieur, une DE supérieure et un MER supérieur aux médianes respectives - 286 individus (108 hommes et 178 femmes)
- Intermédiaires + (les individus qui respectent deux critères de bonne qualité nutritionnelle sur les trois identifiés) : 683 individus (294 hommes et 389 femmes)
- Intermédiaires – (les individus qui ne respectent qu'un seul critère de bonne qualité nutritionnelle sur les trois identifiés) : 668 individus (273 hommes et 395 femmes)

Ainsi, nous aboutissons à **huit régimes différenciés, quatre pour les hommes et quatre pour les femmes.**

L'impact carbone des produits alimentaires sélectionnés a été déterminé à partir **des impacts Carbone issus de la littérature internationale, des études ACV françaises et internationales, de thèses et d'articles scientifiques, ou ont fait l'objet d'une reconstitution.** Pour la plupart des produits analysés, une moyenne d'impacts Carbone a été calculée pour définir l'impact carbone final. Les impacts Carbone extrêmes ont été volontairement écartés. Une fois tous les impacts Carbone rassemblés validés par le Comité de pilotage, il a été nécessaire de convertir ceux des produits basés sur l'achat (périmètre de l'étude sorti du magasin) en impacts Carbone basés sur la consommation réelle ou l'ingestion des produits (par exemple, l'impact de la viande achetée avec os a été converti en impact de la viande consommée sans os) en appliquant un facteur de conversion issu des tableaux PrixComest de l'étude INCA. Etant donnée la diversité des modes de production, des circuits de distribution et des types d'emballage, cette étude s'est focalisée sur les impacts Carbone pour les produits issus de l'agriculture conventionnelle produits en France, sauf pour les fruits tropicaux, comme la banane ou l'orange, importés et distribués par camion sur le lieu de vente en France.

Une fois les impacts Carbone rassemblés pour les 74 produits composant les huit régimes de qualité nutritionnelle différenciée, il a été possible de calculer l'impact carbone de chaque régime en fonction des quantités consommées de chaque produit.

## PRINCIPAUX RESULTATS

---

De façon générale, la **composition moyenne de l'alimentation des hommes émet plus de gaz à effet de serre** que celle des femmes. Ceci est à mettre en relation avec les quantités journalières plus importantes ingérées par les sujets masculins, afin de satisfaire leurs besoins énergétiques.

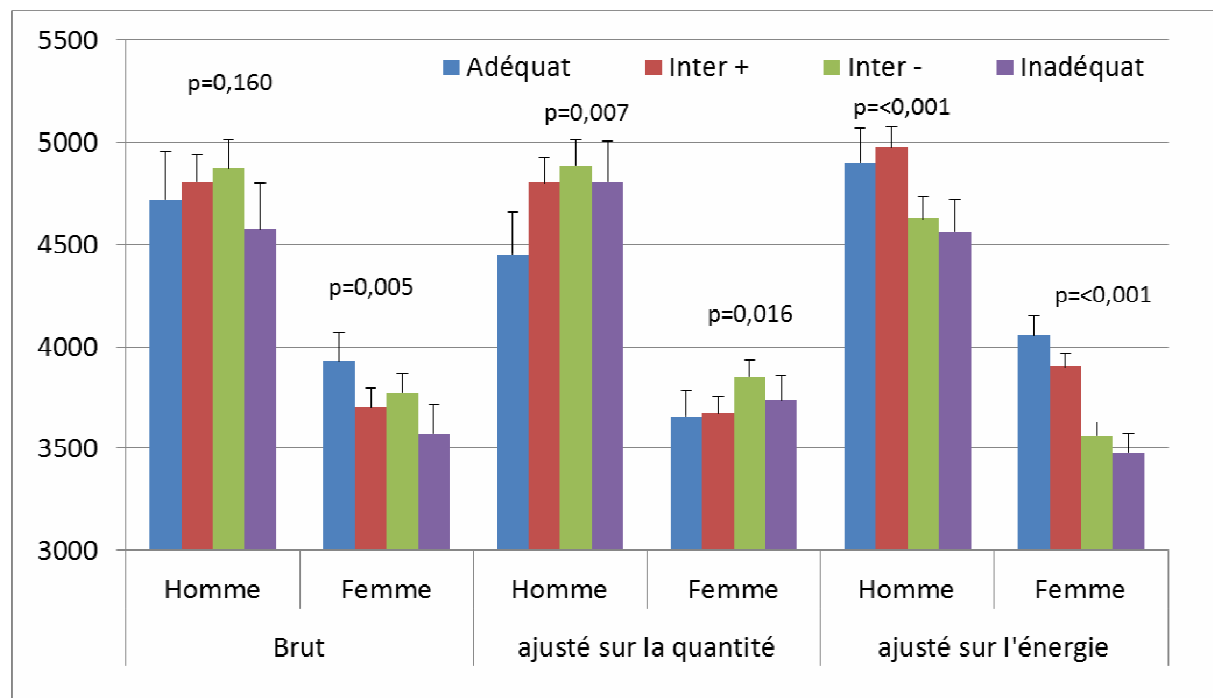
Notre étude montre (cf. Fig. 1,) que **l'impact carbone est peu influencé par la qualité nutritionnelle des régimes.** Chez les hommes, les impacts Carbone des 4 groupes de qualité nutritionnelle ne sont pas différents ( $p=0,1596$ ). Par contre chez les femmes, la différence est significative et c'est **l'alimentation des mangeuses « inadéquates » qui a un impact carbone plus faible** que celle des mangeuses « adéquates ». Les résultats ne vont donc pas dans le sens attendu de régimes plus sains qui seraient moins impactants.

L'ajustement de ces résultats bruts pour les apports énergétiques ou pour les quantités consommées montre que :

- lorsque c'est la quantité totale consommée qui est 'fixée', ce sont les groupes en adéquation avec les recommandations nutritionnelles (mangeurs « adéquats », hommes ou femmes) qui ont l'impact carbone le plus faible,
- lorsque ce sont les apports énergétiques qui sont fixés, ce sont les groupes en inadéquation avec les recommandations nutritionnelles (mangeurs « inadéquats », hommes ou femmes) qui ont le plus faible impact carbone.

Ceci est dû au fait que les **mangeurs « adéquats » ingèrent des quantités plus importantes d'aliments** que les mangeurs « inadéquats », car la qualité nutritionnelle est inversement corrélée à la densité énergétique des rations. Ainsi, même si l'alimentation des mangeurs « adéquats » est caractérisée par la prédominance d'aliments moins impactants tels que les féculents et les fruits et légumes, le fait qu'ils en mangent beaucoup explique qu'ils puissent avoir *in fine* une alimentation qui est aussi impactante, voire plus, que celle des mangeurs « inadéquats ».

Même si ce n'est pas l'objet de l'étude, il semble que les catégories de produits qui contribuent de façon significative à l'impact carbone d'un régime sont les produits de la catégorie VOP (Viande-Œuf-Poisson) et les produits laitiers, ce qui confirme les résultats de la plupart des études internationales.



**Fig.1 :** Impact carbone moyen en fonction du groupe de qualité nutritionnelle et du sexe (g eqCO<sub>2</sub>/jour) avec ou sans ajustement sur la quantité et sur les apports énergétiques. Les analyses et les ajustements sont réalisés sexes séparés.

## LIMITES DE L'ETUDE

- Nicole Darmon et Florent Vieux ont effectué un test pour tenter d'estimer l'erreur liée au fait de contracter la table INCA2 de 1312 aliments en table de 74 produits de 36 familles simplifiées. Les résultats montrent que malgré la simplification et le fait que ces aliments ne représentent que la moitié des quantités consommées et le tiers de l'énergie, les individus restent à 67% dans le même groupe nutritionnel de mangeurs et à 96 % dans le même groupe ou un groupe directement voisin.

### - Incertitude sur l'impact carbone :

La méthode d'ACV est une approche largement répandue dans l'analyse des impacts environnementaux d'un produit ou d'un procédé. Sa principale limite est l'influence potentielle que peuvent avoir sur le résultat final les hypothèses de départ et les choix méthodologiques effectués tout au long de l'étude (périmètre, unité fonctionnelle, catégories d'impacts, règles d'allocations, ...). Les approches adoptées dans les ACV du grand nombre de produits alimentaires retenus dans cette étude peuvent différer entre elles et par rapport au périmètre de l'étude.

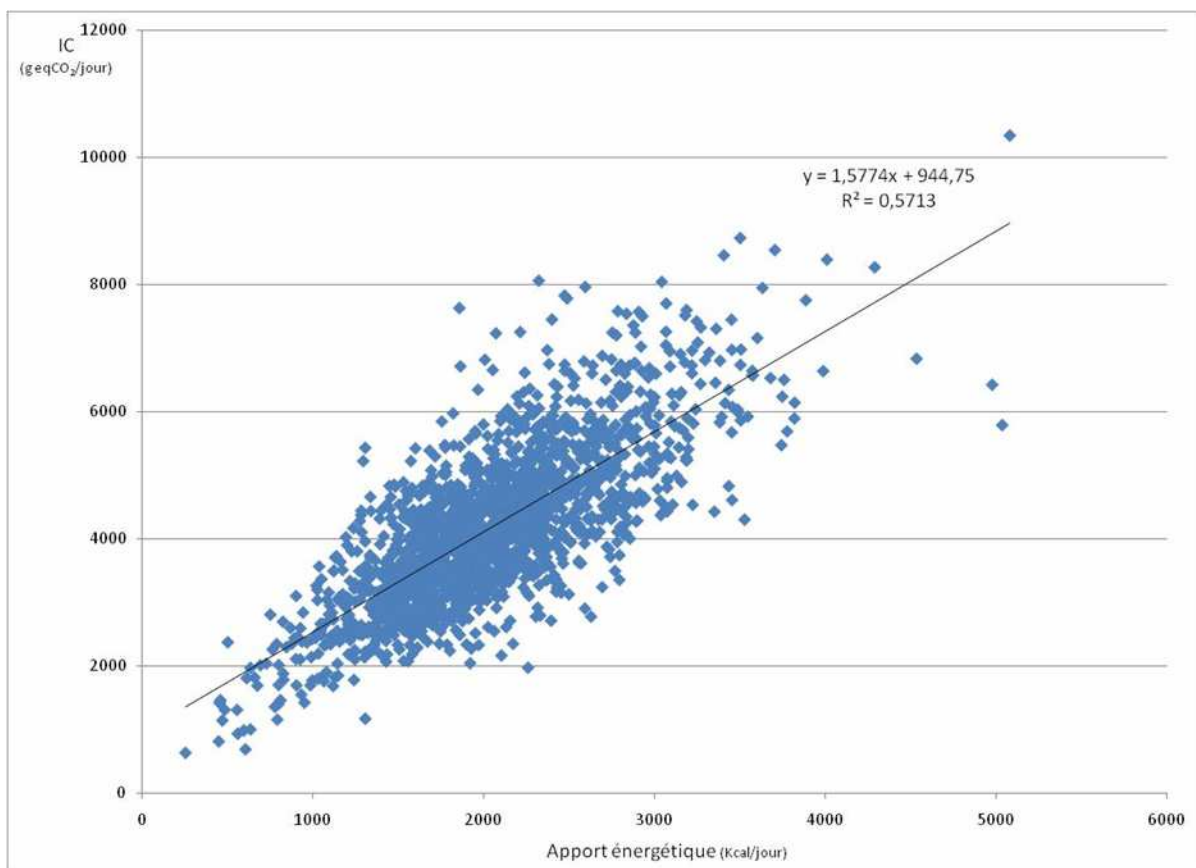
Les filières alimentaires sont notamment très marquées par la question des allocations (affectation des co-produits), qui concerne souvent les étapes de l'amont agricole et de la première transformation et qui fait également l'objet d'hypothèses spécifiques à chaque étude. Les méthodes de calcul utilisées varient également, ce qui ne permet pas de comparer des résultats provenant de différentes études disponibles dans la littérature.

Indépendamment des choix méthodologiques, les émissions de GES de l'agriculture relèvent de processus biologique et sont donc très variables selon les milieux (variabilité géographique et

temporelle) et selon les modes de production. Par ailleurs, les données disponibles intègrent rarement la variation des stocks de carbone dans les sols (prairies...) qui peuvent considérablement modifier l'estimation des émissions de GES.

Les données GES utilisées disponibles comportent **donc un degré d'incertitude fort** nous amenant à beaucoup de précaution dans l'interprétation des résultats. Une analyse plus précise des relations environnement/santé de l'alimentation sera possible grâce au développement de bases de données publiques d'ACV des produits agricoles, puis des produits transformés. Pour ces raisons, les conclusions de ce rapport sont à appréhender avec prudence.

- Toutefois, une estimation des impacts Carbone des régimes alimentaires des 1918 individus de l'échantillon, **tenant compte des incertitudes de mesure des impacts Carbone** de chaque aliment, a d'ores et déjà été réalisée. Une fois établie la gamme de variation des impacts Carbone des régimes individuels, nous avons cherché à en préciser les déterminants, c'est-à-dire discriminer et quantifier les écarts dus à la variation des quantités ingérées et ceux dus à la modification de la structure des régimes.



**Fig. 2: Relation entre les apports énergétiques quotidiens (en kcal/jour) et les impacts Carbone (en g eq CO<sub>2</sub>/jour) pour les régimes individuels de toute la population**

Les résultats confirment que l'impact carbone individuel est fortement corrélé à l'énergie consommée chaque jour par les individus, aussi bien pour les hommes que pour les femmes (cf. figure 2). L'énergie consommée dépend de deux facteurs : les quantités totales consommées ; la densité énergétique de la ration, qui dépend elle-même de la structure des consommations (la proportion des diverses catégories d'aliments dans la ration journalière). **On montre que le premier facteur (les quantités totales consommées) est plus important que le second (la structure des consommations)**. Autrement dit, la réduction des impacts Carbone associés aux régimes alimentaires dépend plus fortement d'une baisse des quantités totales consommées par chaque individu (et donc de l'énergie totale ingérée) que d'une modification de la structure des

consommations (substitution entre aliments à énergie ingérée constante). Ce résultat demande cependant à être confirmé en modifiant certaines des hypothèses adoptées à ce stade.

## POUR ALLER PLUS LOIN

---

Il serait souhaitable dans un premier temps d'enrichir les groupe des 74 aliments représentatifs avec de nouveaux aliments choisis dans les familles les plus impactantes et dont la prise en compte augmenterait la représentativité du groupe en termes d'énergie. On affinerait ainsi les estimations des impacts des familles de produits et des régimes et on pourrait analyser et interpréter les résultats de façon plus fine.

Une fois les données Carbone revisitées, et sur la base des analyses de sensibilité, il serait intéressant de comparer les écarts entre l'impact de la consommation réelle actuelle et ceux d'un régime très carné, d'un régime végétarien ou d'un **régime suivant les recommandations basées sur les aliments (PNNS) ou les nutriments (ANC)** pour évaluer la concordance ou l'antinomie entre recommandations et impact carbone. L'enjeu est d'identifier le levier sur lequel agir avec efficacité pour aller vers plus de durabilité de l'alimentation, à savoir sur la consommation ou à d'autres maillons de la filière.

Etant donné le faible nombre d'études ACV disponibles, il est actuellement difficile de rassembler les impacts Carbone pour les phases de stockage et préparation/cuisson à domicile de chaque produit. Par contre, une valeur générique pourrait être définie pour chaque mode de cuisson associé à un groupe de produits. La prise en compte de cet impact dans le croisement avec les données nutritionnelles sur les quantités ingérées (et pas les quantités de produits bruts), semble pertinente. L'impact carbone des plats préparés achetés tient déjà compte de la phase de préparation culinaire (industrielle ou artisanale). Par un souci de cohérence, l'impact carbone de la phase de cuisson/préparation maison des produits bruts devrait être intégré dans l'impact carbone de chaque produit nécessitant la préparation culinaire (ex. steak haché, pâtes alimentaires, riz...) avant d'être consommé.

En ce qui concerne la phase de transport des clients (entre le magasin et le domicile du consommateur), elle n'a pas été prise en compte dans cette étude. Son impact carbone est variable selon le mode de transport et la distance parcourue par le consommateur. Des hypothèses de type de transport pourraient être établies, s'appuyant par exemple sur le Guide des facteurs d'émission de l'ADEME<sup>1</sup> pour établir les impacts Carbone relatifs et compléter le périmètre de l'étude.

Les impacts du transport et du type d'emballage par produit pourraient également faire l'objet d'une étude plus détaillée. Leur analyse permettrait également de traiter la question de l'impact carbone des produits importés hors saison contre leur stockage nécessitant de l'énergie et des gaz frigorigènes contribuant au réchauffement climatique.

Cette première édition devra être suivie par une révision supplémentaire des données Carbone en fonction de l'avancée des publications internationales. Ce travail devrait permettre une re-évaluation des moyennes d'impacts Carbone prises en compte en élargissant le nombre de références bibliographiques et ainsi d'affirmer avec une meilleure prise en compte des incertitudes l'impact carbone des différents régimes alimentaires identifiés.

Dans un second temps, il serait nécessaire de prendre en compte les enjeux environnementaux autres que l'impact carbone (biodiversité, eau, sol...).

---

<sup>1</sup> ADEME Bilan Carbone, *Guide des facteurs d'émission*, Version 5, Janvier 2007



## LISTE DES TABLEAUX

---

Tableau 1 Potentiel de réchauffement climatique des gaz à effet de serre les plus importants pour l'agriculture (Source IPCC) .....	13
Tableau 2 Produits sélectionnés pour l'étude (74 produits au total, classés dans 11 catégories de produits qui regroupent 36 familles) .....	19
Tableau 3 Proportion en pourcentage de personnes ayant consommé au moins une fois l'aliment pendant la semaine d'enquête pour chaque aliment sélectionné, données INCA 2.....	21
Tableau 4 Impacts Carbone produits retenus.....	26
Tableau 5 Médianes des indicateurs de qualité nutritionnelle DE, MAR, MER .....	31
Tableau 6 Terminologie utilisée pour définir les 8 groupes de mangeurs.....	31
Tableau 7 Nombre de personnes par groupe de qualité nutritionnelle.....	31
Tableau 8 Composition des 4 régimes HOMMES .....	32
Tableau 9 Composition des 4 régimes FEMMES .....	32
Tableau 10 Focus catégorie VOP HOMMES (consommation moyenne en g ingérés/jour).....	33
Tableau 11 Focus catégorie 'VOP' FEMMES (consommation moyenne en g ingérés/jour).....	33
Tableau 12 Focus catégorie plats préparés HOMMES (consommation moyenne en g ingérés/jour).....	34
Tableau 13 Focus catégorie 'plats préparés' FEMMES (consommation moyenne en g ingérés/jour).....	34
Tableau 14 Moyennes des apports énergétiques (en kcal/jour) et des quantités (en g ingérés/jour) chez les Hommes .....	35
Tableau 15 Moyennes des apports énergétiques (en kcal/jour) et des quantités (en g ingérés/jour) chez les Femmes.....	35
Tableau 16 Contribution des aliments sélectionnés aux apports alimentaires.....	37
Tableau 17 Effectifs des individus classés dans chaque groupe - classement simplifié et complet .....	37
Tableau 18 Moyenne des impacts Carbone par famille d'aliments dans chaque groupe de qualité nutritionnelle – HOMMES (g eqCO <sub>2</sub> /jour) .....	39
Tableau 19 Moyenne des impacts Carbone par famille d'aliments dans chaque groupe de qualité nutritionnelle – FEMMES (g eqCO <sub>2</sub> /jour) .....	41
Tableau 20 Moyenne des impacts Carbone (g eqCO <sub>2</sub> /jour) par groupe de qualité nutritionnelle pour chaque sexe .....	42
Tableau 21 Moyennes d'impact carbone par groupe de qualité nutritionnelle et sexe (g eqCO <sub>2</sub> /jour).....	43
Tableau 22 Apports journaliers moyens en énergie et en nutriments, densité énergétique et contribution énergétique des produits végétaux à l'alimentation selon les quatre groupes de qualité nutritionnelle contrastée pour les hommes.....	54
Tableau 23 Apports journaliers moyens en énergie et en nutriments, densité énergétique et contribution énergétique des produits végétaux à l'alimentation selon les quatre groupes de qualité nutritionnelle contrastée pour les femmes.....	56
Tableau 24 Consommations moyennes de chaque famille d'aliments selon les quatre groupes de qualité nutritionnelle contrastée pour les hommes (en g/jour) .....	58
Tableau 25 Consommations moyennes de chaque famille d'aliments selon les quatre groupes de qualité nutritionnelle contrastée pour les femmes (en g/jour) .....	59

## LISTE DES FIGURES

---

Figure 1 Contribution des catégories d'aliments à l'impact carbone total par groupe de qualité nutritionnelle – HOMMES (en %)	40
Figure 2 Contribution des catégories d'aliments à l'impact carbone total par groupe de qualité nutritionnelle – FEMMES (en %)	42
Figure 3 Impact carbone moyen en fonction du groupe de qualité nutritionnelle et du sexe (en g eqCO <sub>2</sub> /jour) Avec ou sans ajustement sur la quantité et sur les apports énergétiques. Les analyses et les ajustements sont réalisés sexes séparés.	44
Figure 4 Contribution des regroupements de catégories d'aliments à l'impact carbone total de l'alimentation, en fonction du sexe et de la qualité nutritionnelle (en g eqCO <sub>2</sub> /personne.jour)	45
Figure 5 Contribution des regroupements de catégories d'aliments à l'impact carbone total de l'alimentation, en fonction du sexe et de la qualité nutritionnelle (en %)	46

## I. INTRODUCTION

---

### i. CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Pour satisfaire une demande alimentaire de plus en plus diversifiée et exigeante en volume et en qualité, la production agricole s'intensifie, ce qui engendre naturellement des conséquences pour l'environnement. Les effets les plus marquants se ressentent sur la ressource en eau, le sol, la biodiversité et bien sûr le réchauffement climatique.

En France, l'agriculture contribue à hauteur de 21% aux émissions de trois principaux gaz à effet de serre que sont le gaz carbonique (CO<sub>2</sub>), le méthane (CH<sub>4</sub>) et le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O). Ces deux derniers gaz ont un 'pouvoir réchauffant' ou pouvoir radiatif global relatif à 100 ans, respectivement 25 fois et 298 fois plus fort que le gaz carbonique. L'étude EIPRO estime que la part de la production et consommation alimentaire dans l'impact carbone de la consommation européenne serait autour de 30 %.<sup>2</sup>

Ce que nous mettons dans notre assiette a donc une influence directe sur le réchauffement climatique de la planète. Quelques pays ont entrepris des études sur le lien de cause à effet entre l'état de notre environnement et la consommation des produits alimentaires.<sup>3</sup>

Le présent rapport s'inspire de certains de ces travaux menés au niveau international et analyse l'impact carbone de l'alimentation française. Il interroge la notion de l'alimentation durable en croisant pour la première fois en France l'analyse Carbone avec les données nutritionnelles de consommation réelle. Partant de l'hypothèse que l'alimentation durable doit à la fois fournir les nutriments essentiels à la santé humaine et avoir une empreinte limitée sur la planète, le rapport présente en grandes lignes l'impact sur le réchauffement climatique d'une sélection de régimes alimentaires différenciés par leur qualité nutritionnelle.

Les données Carbone utilisées dans ce rapport sont principalement issues de la littérature. Les résultats finaux présentent un certain degré d'incertitude lié notamment à ce choix méthodologique et sont à manier avec précaution.

La réalisation de la présente étude s'inscrit dans le cadre de la réflexion prospective *duALIne* INRA-CIRAD sur l'alimentation durable et des travaux d'analyse d'impacts environnementaux de la consommation alimentaire des ménages de l'ADEME.

Elle a été réalisée grâce à la contribution des experts de l'INRA, de l'ADEME et de l'INSERM entre le 26 mars et 15 novembre 2010. L'exécution de l'étude, financée par l'ADEME et l'INRA, a été confiée à Markéta SUPKOVA, consultante indépendante en coopération avec le Comité de pilotage constitué de représentants de l'ADEME (Jérôme MOUSSET, Sarah MARTIN), de l'INRA (Catherine ESNOUF, Barbara REDLINGSHOEFER, Marie RUSSEL et Louis-Georges SOLER) et de l'UMR INRA/INSERM de Marseille (Nicole DARMON, Florent VIEUX et Djery SOW).

---

<sup>2</sup> EIPRO – Environmental Impact of products related to the final consumption of the EU-25, Union Européenne, 2006

<sup>3</sup> A titre d'exemple : *European food system in a changing world*, European Science Foundation, COST, 2009  
*Setting the table, Advice to Government on priority elements of sustainable diets*, Sustainable Development Commission, UK, 2009 ; Defra Project FO0103 Comparative Life Cycle Assessment of Food Commodities Procured for UK Consumption through a diversity of Chains, Williams, A.G., Pell E., Evans D, Moorhous E., Watkiss P., 2008; *EIPRO – Environmental Impact of products related to the final consumption of the EU-25*, Union Européenne, 2006

## ii. OBJECTIFS

L'objectif principal de l'étude est d'identifier les ordres de grandeur de l'impact carbone d'une sélection de régimes alimentaires français caractérisés par des qualités nutritionnelles différentes, constitués sur la base des consommations déclarées par les participants adultes de l'enquête nationale française INCA2 (2006-2007).

Les informations ainsi recueillies vont venir alimenter les analyses plus globales de l'intégration des critères du développement durable dans les filières alimentaires (critères économiques, sociaux et environnementaux). Elles contribueront à terme à la définition des questions de recherche spécifiques et/ou aux recommandations finales de *duALIne*.

L'étude vise à apporter des éléments préliminaires quantifiés sur les points suivants :

- corrélation entre la qualité nutritionnelle des régimes et leur impact carbone
- identification des produits ou familles de produits alimentaires qui ont le plus grand impact carbone
- parts respectives des marges d'incertitude des impacts Carbone et de la variabilité des régimes

Les questions de recherche issues de l'étude sont présentées dans la partie finale du rapport.

## iii. DÉFINITION DES MOTS CLEFS

### ALIMENTATION DURABLE

Par alimentation durable, nous entendons une alimentation qui n'engendre pas d'effets délétères, à terme, sur la santé, l'environnement, la société et l'économie.<sup>4</sup> Une agriculture durable doit, selon la *théorie de la viabilité* (Aubin, 1991), être rentable pour les producteurs, satisfaire la demande alimentaire, produire de la biomasse à finalités énergétiques tout en préservant l'environnement, les habitats naturels et leur biodiversité.

Elle inclut donc la préservation de l'environnement, la santé par la garantie des qualités nutritionnelles et sanitaires des produits, la satisfaction des besoins des consommateurs, le soutien au développement socio-économique et une meilleure accessibilité des produits aux niveaux géographique et économique.

### REGIME ALIMENTAIRE

Le régime alimentaire représente la nature, la qualité, la diversité et la quantité des aliments consommés et la manière dont ils sont préparés. Il est la traduction des habitudes alimentaires d'une personne sur une période donnée. Dans le cadre de notre étude, il s'agit des données de consommation d'aliments et de compléments (en grammes/jour) d'adultes (18-79 ans) vivant en France métropolitaine, recueillies à partir d'un carnet alimentaire de 7 jours (chaque jour étant décomposé en 3 repas et 3 prises inter-repas).<sup>5</sup>

### COMPORTEMENT ALIMENTAIRE<sup>6</sup>

Le comportement alimentaire inclut l'approche physiologique de la prise alimentaire, le régime alimentaire comme décrit plus haut et les dimensions socioculturelles liées à l'approvisionnement, au choix des produits, à l'horaire et à la structure des repas.

---

<sup>4</sup> Atelier 1 duALIne et [http://www.eurofir.net/sites/default/files/9th%20IFDC/FAO\\_Symposium\\_final\\_121110.pdf](http://www.eurofir.net/sites/default/files/9th%20IFDC/FAO_Symposium_final_121110.pdf)

<sup>5</sup> Enquête INCA2 2006-2007

<sup>6</sup> ESCO ; INRA *Les comportements alimentaires*, 2010

## IMPACT CARBONE

Le gaz carbonique est la mesure étalon du réchauffement climatique ou du Potentiel de réchauffement global (PRG), de la même façon que le phosphate est l'unité de mesure pour l'eutrophisation/algues vertes ou le dioxyde de soufre pour l'acidification/pluies acides.

L'impact carbone désigne le potentiel de réchauffement global des émissions des six gaz à effet de serre (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, PFC, SF<sub>6</sub>) retenus par l'IPCC. Il est exprimé en unités équivalents CO<sub>2</sub> (eqCO<sub>2</sub>). La méthode dite des équivalences est utilisée pour exprimer l'impact de ces six gaz sur l'effet de serre par rapport au CO<sub>2</sub>. Pour l'agriculture, il s'agit principalement :

- de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) qui résulte de la combustion des énergies fossiles (fonctionnement des tracteurs et fabrication des engrais, notamment azotés et des pesticides)
- de méthane (CH<sub>4</sub>) issu de la fermentation entérique des ruminants et des déjections animales
- et de protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) lié à la fertilisation azotée et à la gestion des déjections animales

**Tableau 1** Potentiel de réchauffement climatique des gaz à effet de serre les plus importants pour l'agriculture (**Source IPCC<sup>7</sup>**)

Gaz	Coefficient de Potentiel de réchauffement global sur 100 ans
CO <sub>2</sub> dioxyde de carbone	1
CH <sub>4</sub> méthane	25
N <sub>2</sub> O protoxyde d'azote	298

Les émissions de gaz à effet de serre, ou l'impact carbone, rassemblées pour les différents produits alimentaires de l'étude sont exprimées en g eqCO<sub>2</sub>/100 g de produit.

## ENQUETE INCA 2 – METHODE

Pour la construction de la partie nutritionnelle de cette étude, l'équipe de INRA/INSERM de Marseille s'est appuyée sur la méthodologie et les résultats obtenus dans l'enquête INCA 2 - étude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires des Français, réalisée en 2006-2007 par l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA)<sup>8</sup>. L'objectif de cette étude était le développement d'une base de données très détaillée de la consommation alimentaire (boissons et aliments) individuelle de la population métropolitaine, afin de pouvoir évaluer les risques et les bénéfices nutritionnels liés à l'alimentation.

L'étude INCA 2 a concerné 2 624 adultes (18-79 ans) et 1 455 enfants (3-17 ans) et s'est déroulée en trois vagues entre fin avril 2005 et avril 2007, afin de tenir compte des variations saisonnières. Dans l'objectif de se rapprocher le plus possible de la répartition de la population française, un redressement par calage sur marges a été effectué sur les deux sous-échantillons adultes et enfants en tenant compte de la région, de la taille d'agglomération, de la taille du ménage, du sexe, de l'âge, de la profession et de la catégorie sociale du chef du ménage et de la saison. Les participants adultes (n=706) qui ont, volontairement ou non, sous-estimé leurs apports caloriques, ont été identifiés selon le critère de Goldberg et exclus des analyses. Dans le cadre de notre étude, nous n'avons considéré que les consommations des adultes (18-79 ans).

Le recueil des consommations alimentaires a été réalisé avec un carnet de consommation de 7 jours consécutifs. Chaque journée était décomposée en 3 repas et 3 prises inter-repas. Pour chaque prise ou repas, le participant devait décrire le détail de tous les aliments et boissons consommés, estimer la quantité consommée à l'aide d'un manuel de photographies de portions, de mesures ménagères ou encore de grammages ou volumes unitaires et indiquer les informations sur le type de produit (industriel/faït maison, frais/conservé/surgelé, enrichi/allégé/ou non).

<sup>7</sup> IPCC ; International Panel on Climate Change [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)

<sup>8</sup> L'unité Observatoire des consommations alimentaires – Epidémiologie nutritionnelle (OCA-EN) de l'AFSSA a mené entre fin 2005 et avril 2007 la deuxième étude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires (INCA 2) qui fait suite à la première étude INCA menée en 1998-1999 et à l'enquête ASPCC menée en 1994.

Les aliments ont été classés en 43 groupes spécifiquement créés pour l'étude INCA2, enrichis par rapport à la version précédente utilisée dans l'étude INCA 1. Cette nomenclature est compatible avec celle de la composition nutritionnelle des aliments du Centre d'Information sur la QUalité des Aliments (CIQUAL) de l'AFSSA.

Les informations recueillies sur les carnets de consommation alimentaire ont été vérifiées et harmonisées par des diététiciennes. Les conclusions majeures de l'étude sont reprises dans la partie III. *Consommation des produits alimentaires France*. En plus des données de consommations alimentaires, l'étude a également recueilli la consommation des compléments alimentaires et les données socio-démographiques.

Le rapport INCA 2 est disponible sur le site Internet de l'AFSSA : <http://www.afssa.fr/Documents/PASER-Ra-INCA2.pdf>.

## II. DÉFINITION DU SYSTEME D'ÉTUDE

---

### i. MÉTHODOLOGIE

L'analyse du cycle de vie (ACV) est une méthode normalisée (ISO 14044) de quantification des impacts environnementaux générés par un produit tout au long de son cycle de vie, pour un service rendu défini. En prenant en compte, selon l'objectif de l'étude, l'ensemble des phases entre la production de matière première jusqu'à la gestion de la fin de vie du produit, cette méthode propose une vision large des enjeux environnementaux liés au produit ou processus étudié. Elle s'intéresse à plusieurs catégories d'impacts environnementaux, selon leur pertinence pour le secteur en question (ex. contribution au réchauffement climatique, à l'acidification de l'air ou encore à l'eutrophisation des eaux), leur faisabilité de calcul et la disponibilité des données. L'objectif de la réalisation d'une Analyse de Cycle de vie est souvent une démarche d'amélioration environnementale. L'ACV permet alors de cibler les phases ou processus du cycle qui sont à l'origine d'impacts environnementaux et de simuler l'impact de solutions concrètes.

Il s'agit d'une méthode très répandue et souvent utilisée pour extraire le profil Carbone d'un produit. Cette approche a toutefois de nombreuses limites, car les résultats dépendent notamment de l'unité fonctionnelle définie pour l'analyse de cycle de vie, du périmètre englobé et des choix méthodologiques effectués.

Dans le cadre de cette étude, nous utilisons, pour l'essentiel, des résultats d'ACV de produits alimentaires issus de la littérature internationale et d'études françaises, et cela afin d'évaluer l'impact carbone de régimes alimentaires différenciés sur la base de leurs caractéristiques nutritionnelles. Une des difficultés de ce travail tient aux incertitudes de l'impact carbone calculé de ces régimes, qu'il est important de bien caractériser.

Pour cette première étude de cas, il a été choisi, pour ne pas complexifier l'analyse des résultats, de s'intéresser uniquement à l'impact carbone des différents régimes.

### ii. PÉRIMÈTRE DE L'ÉTUDE

Cette étude s'intéresse à la contribution au réchauffement climatique des phases suivantes de la chaîne alimentaire : production agricole, transformation, conditionnement/emballage, transport vers un magasin en France et distribution comprenant l'étape du stockage en magasin. Les phases de transport des clients (transport entre le point de vente et le domicile du consommateur), consommation/utilisation (dont la phase de préparation chez le consommateur), stockage chez le consommateur et la gestion de fin de vie du produit alimentaire ne sont pas prises en compte.

Le choix du périmètre a été avant tout pragmatique, privilégiant les phases le plus souvent traitées dans l'analyse Carbone des produits alimentaires disponibles dans la littérature. Il permet ainsi de couvrir les phases standard d'une chaîne alimentaire pour lesquelles les différentes variables pouvant influencer l'impact carbone final sont facilement identifiables, notamment pour la phase de production agricole (ex. production des légumes – plein champ ou sous serre).

La phase domestique de consommation et stockage et la gestion des déchets et emballages alimentaires présentent une très grande variabilité de situations possibles selon les habitudes de chaque consommateur, et très peu de données existent à ce jour. Pourtant, étant donné que les paramètres nutritionnels utilisés sont fondés sur les quantités d'aliments réellement ingérés (donc cuits ou transformés), l'impact de la phase domestique devrait être pris en compte.

Dans notre étude, les impacts Carbone ont été calculés ou identifiés dans la littérature pour les produits bruts disponibles en magasin et ensuite convertis en impacts de matière réellement ingérée grâce à un facteur de conversion issu de PrixComest INCA 2. L'approche vise à déterminer l'impact carbone du panier acheté en magasin en fonction de la composition des régimes étudiés. La conversion entre le produit brut disponible en magasin et le produit réellement ingéré (donnée INCA2) est nécessaire pour relier des sources de données dont les unités sont différentes.

Certaines exceptions ont été faites, notamment dans le cas des plats préparés (ceux-ci représentent les produits prêts à être consommés et directement disponibles en magasin, comme par exemple cassoulet en conserve) et certains produits alimentaires comme par exemple le poulet grillé, pour lesquels aucun facteur de conversion n'a été appliqué, car le produit était déjà dans sa forme prêt à être consommé en magasin.

### iii. UNITÉ FONCTIONNELLE

L'unité fonctionnelle est la fonction qui est remplie par les différents produits étudiés. Cette fonction est la même pour tous les produits afin de permettre une comparaison objective des performances environnementales. Cette unité est définie avec précision à partir de l'objectif de l'étude, de son utilisation et de l'usage des produits. Elle permet de prendre en compte à la fois une unité de produit et une unité de fonction.

L'unité fonctionnelle choisie pour le recueil des données Carbone est « 100 g de produit alimentaire disponible en magasin en France ».

Etant donnée la diversité des modes de production, des circuits de distribution et des types d'emballage, cette étude s'est focalisée sur les impacts Carbone des produits issus de l'agriculture conventionnelle produits en France, sauf pour les fruits tropicaux comme la banane ou l'orange, importés. Des analyses plus fines des filières (ex. par type de production conventionnelle/bio ; production française/import, etc.) devraient permettre une lecture plus détaillée des impacts Carbone des pratiques alimentaires, mais nécessitent des données encore peu disponibles et seront traitées dans le cadre de travaux ultérieurs.



### III. CONSOMMATION FRANÇAISE DES PRODUITS ALIMENTAIRES<sup>9</sup>

---

Le modèle traditionnel français se caractérise par un rythme alimentaire quotidien basé sur trois repas principaux parfois complétés par un goûter, notamment chez les enfants.

Les adultes vivant en France ingèrent en moyenne 2 744 g d'aliments et de boissons par jour (2 582 g/j chez les femmes et 2 922 g/j chez les hommes), dont plus de la moitié sous forme liquide.

Les quantités moyennes consommées sont généralement supérieures chez les hommes, mais la consommation de produits ultra-frais laitiers, de poisson, de fruits, d'eau, de boissons non alcoolisées fraîches ou chaudes, de soupes et bouillons est plus fréquente chez les femmes.

Les femmes sont également plus nombreuses à consommer des produits sucrés (biscuits, pâtisserie et gâteaux, glaces et chocolat). À l'inverse, les consommations de produits carnés (viandes, charcuterie), de pommes de terre, de fruits secs et graines oléagineuses et de boissons alcoolisées sont plus courantes chez les hommes.

Les habitudes alimentaires diffèrent selon l'âge et le niveau d'éducation (un niveau d'éducation plus élevé est associé à une consommation plus importante de produits de la mer, de légumes, de fruits frais ou secs, de pâtisseries et gâteaux, de sucres et dérivés, tandis que le niveau d'éducation plus bas est associé à une consommation plus importante de pâtes, beurre et pommes de terre).

La localisation géographique joue également un rôle important dans la composition des régimes alimentaires. L'enquête INCA 2 souligne notamment les différences dans la consommation de matières grasses (beurre et margarine au Nord et à l'Ouest, huiles au Sud et à l'Est). Les habitants du Nord de la France consomment davantage de pommes de terre et d'aliments sucrés et ceux du Sud plus de légumes. Entre l'Est et l'Ouest, les divergences concernent plutôt les produits laitiers (laits, ultra-frais laitiers, fromages à l'Est) et le niveau de transformation des aliments.

Les adultes ingèrent en moyenne 2066 kcal/jour (hors alcool) : 1 809 kcal/j chez les femmes contre 2 348 kcal/j chez les hommes. Cet apport provient pour 39% des lipides, 17% des protéides et 44% des glucides. L'apport en alcool se situe en moyenne à 13 g/j (4% de l'apport énergétique total).

Selon l'INSEE, en 2009, la consommation en produits alimentaires, hors boissons alcoolisées et tabac, s'accroît légèrement (+ 0,5 % en 2009, contre + 0,2 % en 2008). Les prix stagnent (- 0,1 %), après les fortes hausses enregistrées en 2008 sur certains produits. Ceux des produits laitiers et des œufs se replient (- 1,5 %), et plus encore ceux des fruits (- 6,4 %). La légère accélération de la consommation en volume provient pour partie des boissons non alcoolisées hors cafés, thés, cacao (+ 3,1 % après - 1,6 %). Les jus de fruits ont notamment bénéficié de températures estivales élevées. En outre, la consommation de viandes a moins baissé qu'en 2008 (- 0,3 % après - 1,2 %).

Une étude 2008 de CRIOC<sup>10</sup> précise que la part des dépenses consacrées à l'alimentation baisse régulièrement depuis 50 ans : 25% du budget en 1960 et 12% en 2006 (Besson, 2008). Ainsi, le budget alimentation (alimentation et boissons non alcoolisées) des ménages français représente en 2009 10,4% dans la consommation effective, 11,5% avec les boissons alcoolisées (contre respectivement 11,3% et 12,6% en 1999)<sup>11</sup>. Cette évolution est le résultat de l'industrialisation et de la massification de notre alimentation : les grandes surfaces pourvoient désormais aux deux tiers de nos achats alimentaires et 80 % de ce que nous mangeons est issu de l'industrie agroalimentaire.

Malgré la diminution de ce poste budgétaire dans les ménages, l'alimentation, considérée sur l'ensemble de son cycle de vie (production, transformation, emballage, conservation et stockage, transport, etc.) est devenue l'une des sources les plus importantes d'émissions de gaz à effet de serre d'un Français.<sup>12</sup>

---

<sup>9</sup> Enquête INCA 2 2006-2007

<sup>10</sup> Delphi – gaspillage alimentaire, CRIOC, 2008

<sup>11</sup> Données INSEE 2009

<sup>12</sup> CITEPA, 2009 L'agriculture est responsable de 21 % des GES en France, derrière les transports (25 %) et devant le secteur résidentiel et tertiaire avec 19 %.

## **IV. SÉLECTION DES PRODUITS ALIMENTAIRES**

---

### **i. MÉTHODE DE SÉLECTION DES DONNÉES NUTRITIONNELLES**

Les données nutritionnelles sélectionnées pour cette étude, constituent une base de 74 produits alimentaires. Ils ont été choisis parmi les 1312 produits déclarés comme consommés pendant la semaine d'enquête par l'ensemble des participants à l'étude INCA 2.

Les aliments ont été sélectionnés en fonction de leur représentativité (pourcentage de personnes ayant consommé ces produits dans la semaine) par rapport à d'autres produits de la même famille. Dans la mesure du possible, nous avons sélectionné des aliments consommés au moins une fois pendant la semaine d'enquête par au moins 10 % des adultes.

La disponibilité réelle ou supposée des données environnementales sur ces produits a été également un des critères de choix, ainsi que les qualités nutritionnelles spécifiques de certains aliments (ex. noix, lentilles, sardine).

Les plats préparés ont été choisis également en fonction du pourcentage de consommateurs et ont été classés en fonction de leur composition en ingrédients d'origine végétale ou animale selon les recettes détaillées fournies par l'équipe de l'INSERM Marseille. La nomenclature suivante a été adoptée :

Composition du plat préparé :

FEC - féculents ; LEG – légumes ; LAIT – produits laitiers ; VIA – viande ; POI - poisson

**Plat préparé considéré comme contenant principalement des produits d'origine VÉGÉTALE**  
LEG ; FEC ; FEC\_LEG

**Plat préparé considéré comme contenant des produits d'origine ANIMALE**  
FEC\_VIA ; LEG\_VIA ; POI ; FEC\_LAIT ; FEC\_LEG\_VIA ; VIA\_LAIT ;

**Tableau 2** Produits sélectionnés pour l'étude (74 produits au total, classés dans 11 catégories de produits qui regroupent 36 familles)

	11 CATEGORIES DE PRODUITS	FAMILLES	74 PRODUITS ANALYSES (appellation issue de la nomenclature INCA2)
1.	PRODUITS LAITIERS	<b>Fromages</b>	gruyère fromage à pâte pressée cuite 45 % m.g. ; camembert sans précision
		<b>Lait</b>	lait demi écrémé UHT
		<b>Laitages</b>	yaourt ou spécialité laitière nature ; yaourt ou spécialité laitière aux fruits sans précision ; fromage blanc battu 20 %m.g.
2.	VIANDE – ŒUF - POISSON	<b>Produits carnés charcuterie</b>	lardon nature cuit, saucisson sec, jambon cuit
		<b>Produits carnés viande</b>	steak haché 15 % m.g. cuit surgelé ; agneau côtelette grillé
		<b>Produits carnés volaille et gibier</b>	poulet rôti viande et peau ; dinde ou autre volaille escalope sautée
		<b>Œufs</b>	œuf dur
		<b>Poissons crustacés</b>	crevette cuite
		<b>Poissons gras</b>	saumon cuit à la vapeur ; saumon fumé cru
		<b>Poissons non gras</b>	thon au naturel en conserve égoutté ; lieu ou colin noir cuit ; cabillaud cuit au four
3.	FRUITS ET LEGUMES  Exclusivement végétal	<b>Légumes</b>	oignon cuit ; haricot vert en conserve égoutté ; endive crue ; carotte crue ; tomate crue ; salade verte sans assaisonnement sans précision
		<b>Fruits boissons</b>	jus d'orange à base de concentré pasteurisé
		<b>Fruits</b>	compote de pomme en conserve; orange fraîche ; clémentine ou mandarine fraîche ; banane fraîche ; pomme non pelée fraîche
4.	FECULENTS Exclusivement végétal	<b>Féculents non raffinés</b>	pomme de terre frite surgelée cuite ; pomme de terre cuite à l'eau ; lentille cuite ; pain complet ou intégral artisanal
		<b>Féculents raffinés</b>	riz blanc cuit ; pâtes alimentaires cuites
5.	AUTRES BOISSONS	<b>Boissons alcoolisées</b>	vin rouge 12°; bière cœur de marché à 4-5° d'alcool
		<b>Boissons sans alcool</b>	café noir prêt à boire non sucré ; thé infusé non sucré
6.	EAU	<b>Eau du robinet</b>	eau du robinet
		<b>Eau minérale sans précision</b>	eau minérale

7.	PLATS PREPARES	(FEC ; FEC_LEG ; LEG) <b>Exclusivement végétal</b>	salade de pommes de terre ; taboulé ou salade de couscous ; tomate à la provençale soupe aux légumes préemballée à réchauffer ; soupe aux légumes type fait maison
		(FEC_VIA ; LEG_VIA ; POI ; FEC_LAIT ; FEC_LEG_VIA ; VIA_LAIT) <b>Contenant des produits animaux</b>	quiche lorraine ; gratin dauphinois ; raviolis à la viande à la sauce tomate en conserve ; pizza sans précision ; poisson pané frit ; cassoulet en conserve ; cheeseburger ; tomate farcie
8.	SNACKS, APERO		biscuit apéritif type cracker nature; chips de pomme de terre salées
9.	PRODUITS SUCRES	<b>Boissons</b>	soda au cola
		<b>Sucres et dérivés</b>	sucre blanc, miel
		<b>Viennoiseries</b>	pain au chocolat feuilleté artisanal, brioche industrielle préemballée
		<b>Desserts</b>	tarte ou tartelette aux fruits
10.	ASSAISONNEMENTS  <b>Exclusivement végétal</b>	<b>Matière grasse végétale</b>	huile d'olive vierge ; huile de tournesol ; matière grasse allégée 60 %m.g.
		<b>Matière grasse animale</b>	crème fraîche ou crème de lait fluide allégée 15 à 20 % m.g. ; crème fraîche ou crème de lait sans précision ; beurre doux
11.	FRUITS OLEAGINEUX	<b>Noix</b>	noix

**Tableau 3** Proportion en pourcentage de personnes ayant consommé au moins une fois l'aliment pendant la semaine d'enquête pour chaque aliment sélectionné, données INCA 2

<b>CODAL</b>	<b>Produits étudiés</b>	<b>Proportion de consommateurs (en %)</b>
26023	cabillaud cuit au four	4.0
25414	cheeseburger	5.0
25002	cassoulet en conserve	6.0
26034	sardine à l'huile en conserve égouttée	6.0
26015	lieu ou colin noir cuit	7.0
25103	tomate farcie	8.0
20505	lentille cuite	8.0
15005	noix	9.0
21501	agneau côtelette grillée	9.0
19430	crème fraîche ou crème de lait fluide allégée 15 à 20 % m.g. uht	9.0
19510	fromage blanc battu 20 % m.g. nature	10.0
25606	salade de pommes de terre	10.0
18044	eau minérale sans précision	10.0
25608	taboulé ou salade de couscous	10.0
25019	raviolis à la viande à la sauce tomate en conserve	10.0
25056	gratin dauphinois	10.0
16632	matière grasse allégée 60 % m.g.	11.0
4004	chips de pomme de terre salées	12.0
26030	poisson pané frit	12.0
26037	saumon fumé cru	12.0
25405	quiche lorraine	13.0
7110	pain complet ou intégral artisanal	13.0
25524	tomate à la provençale	13.0
26038	saumon cuit à la vapeur	14.0
19628	yaourt ou spécialité laitière aux fruits sans précision	14.0
25516	pizza sans précision	14.0
17440	huile de tournesol	15.0
25903	soupe aux légumes préemballées à réchauffer	15.0
5001	bière cœur de marché à 4-5° d'alcool	15.0
10007	crevette cuite	16.0
7730	pain au chocolat feuilleté artisanal	16.0
26039	thon au naturel en conserve égoutté	16.0
13038	compote de pomme en conserve	16.0
31008	miel	17.0
30300	saucisson sec	17.0
13034	orange fraîche	18.0
38402	biscuit apéritif	18.0
18018	soda au cola	19.0
28504	lardon nature cuit	19.0
23499	tarte ou tartelette aux fruits	19.0
19600	yaourt ou spécialité laitière nature	20.0
36306	dinde ou autre volaille escalope sautée	20.0
19402	crème fraîche ou crème de lait sans précision	20.0
20026	endive crue	21.0
20035	oignon cuit	24.0
5205	vin rouge 12°	26.0
13024	clémentine ou mandarine fraîche	27.0
20062	haricot vert en conserve égoutté	27.0
4010	pomme de terre frite surgelée cuite	27.0
36005	poulet rôti viande et peau	29.0
2012	jus d'orange à base de concentré pasteurisé	30.0
25902	soupe aux légumes type fait maison	32.0
90068	camembert sans précision	32.0
22010	oeuf dur	32.0
6255	steak haché 15 % m.g. cuit	33.0
20009	carotte crue	33.0

13005	banane fraîche	35.0
18020	thé infusé non sucré	36.0
12114	gruyère fromage à pâte pressée cuite 45 % m.g.	37.0
4003	pomme de terre cuite à l'eau	39.0
17270	huile d'olive vierge	40.0
19041	lait demi écrémé uht	41.0
28916	jambon cuit	52.0
13039	pomme non pelée fraîche	54.0
16400	beurre doux	54.0
20047	tomate crue	54.0
9104	riz blanc cuit	55.0
31016	sucre blanc	55.0
25604	salade verte sans assaisonnement sans précision	58.0
18066	eau du robinet	68.0
9811	pâtes alimentaires cuites	73.0
18004	café noir prêt à boire non sucré	73.0
7001	pain baguette	84.0

## ii. IMPACTS CARBONE DES PRODUITS ALIMENTAIRES

Issue du Grenelle de l'environnement, la démarche d'affichage de l'information environnementale sur les produits de grande consommation devrait être mise en œuvre progressivement à partir de juillet 2011. Les informations seront ainsi comparables au sein d'un même lieu d'achat ou même sur différents lieux d'achat. L'affichage devra porter sur le couple produit/ emballage, être basé sur une approche multicritère et considérer l'ensemble du cycle de vie du produit.

Pour répondre à cet objectif, une plate-forme générale sur l'affichage environnemental, pilotée par l'ADEME et l'AFNOR a été initiée. Sa mission est de mettre en place une méthode simplifiée, basée sur l'ACV, d'évaluation des impacts environnementaux et de proposer un format de restitution de cette information aux consommateurs. Pour ce faire, elle intègre plusieurs groupes de travail qui se décomposent en plusieurs niveaux :

- une méthodologie transversale (applicable à tous les produits) d'évaluation des impacts s'appuyant sur les normes ISO 14040 et ISO 14044 en les précisant si nécessaire ;
- l'élaboration de référentiels sectoriels, qui donnent des évaluations spécifiques pour les catégories de produits couvertes. Ces référentiels complètent la méthodologie générale et assureront la comparabilité entre produits d'une même catégorie (alimentaire, textile, ameublement, etc.) ;
- la réflexion sur le format d'affichage, qui tient compte des attentes des consommateurs, concerne la manière de restituer les résultats de l'évaluation environnementale des produits ;
- une base de données générique et publique, en cours de développement afin que les opérateurs disposent d'une ressource commune pour réaliser les évaluations environnementales de leurs produits.

Les travaux menés depuis septembre 2008 dans les groupes de catégories de produits ont pour objectif de décliner cette méthodologie transversale afin de construire les indicateurs pertinents, en plus de l'indicateur carbone, pour chaque catégorie de produits. En parallèle, l'ADEME, des partenaires de la recherche (INRA, Agroscope/Suisse) et des instituts techniques agricoles sont en train d'élaborer une base de données ACV publique de produits agricoles - *agriBALYSE*.

## IMPACTS CARBONE DE L'ETUDE – METHODE ET SOURCES

Avant la mise à disposition de la base *agriBALYSE* (qui ne concernera que des produits non transformés) et devant l'impossibilité de réaliser, spécifiquement pour cette étude, les ACV pour les 74 produits alimentaires sélectionnés, nous nous sommes appuyés sur les impacts Carbone issus de la littérature internationale, d'études ACV françaises et internationales, de données industrielles, de thèses et d'articles scientifiques. Des experts filière faisant partie de la réflexion prospective *duALIne* ont été consultés pour renseigner les *Fiches produits* concernant les impacts économiques, environnementaux et sociaux d'une première sélection de produits. A ce jour, peu de résultats exploitables ont été obtenus pour notre étude.

Dans le cadre de ce travail, pour qu'une source soit considérée comme exploitable, elle devait couvrir le même périmètre d'étude production - conditionnement/emballage – transformation – transport jusqu'au magasin en France - distribution. Si le périmètre de la source dépassait ce périmètre (en comprenant également la phase de consommation et/ou la fin de vie du produit), l'impact carbone à la sortie du magasin a été considéré. Face à une grande diversité de méthodologies et d'approches utilisées dans les publications rassemblées, nous avons privilégié certaines sources couvrant à plusieurs produits analysés.

Pour la plupart des produits analysés, plusieurs sources d'impacts Carbone ont été identifiées. Dans ces cas, une moyenne a été calculée pour définir l'impact carbone retenu (en cas de modes de production ou de transformation semblables). Les impacts Carbone extrêmes ont été volontairement écartés du calcul de la moyenne.

Par souci de cohérence, les impacts Carbone pour les produits issus de l'agriculture conventionnelle et majoritairement produits en France ont été privilégiés. Toutefois, une analyse des mêmes produits issus d'autres modes de culture, par exemple de l'agriculture biologique, pourrait nous conduire à des impacts Carbone potentiellement différents.

Dans le cas des modes de production/transformation/conditionnement sensiblement différents (ex. crevette fraîche/crevette décortiquée congelée), l'impact carbone a été calculé en fonction des données INSEE sur les parts de marché dans la consommation réelle du produit en France.

La phase transport jusqu'au magasin n'a pas pu être analysée de façon plus détaillée (ex. en différenciant la chaîne du froid d'un transport en camion classique). Nous avons considéré que la plupart des 74 produits ont été transportés en camion, hors un certain nombre de produits exotiques qui nécessitent un transport multimodal, souvent par bateau/avion, puis camion.

La distinction entre l'impact carbone des produits consommés en saison et hors saison n'a pas pu être faite dans le cadre de cette étude.

## IMPACTS CARBONE RECONSTITUES

Sur les 74 produits étudiés, certains impacts Carbone ont dû être reconstitués, car les sources disponibles ne proposent pas à ce jour de données les concernant. La reconstitution concerne dans le cas de notre étude 10 % des données, 8 produits alimentaires et 6 plats préparés.

Des hypothèses de la répartition des impacts Carbone tout au long des phases analysées (de la production agricole à la distribution en magasin) ont été faites pour chacun des produits concernés. Elles sont fondées pour la plupart sur l'analyse des ordres de grandeur de la consommation d'énergie des différentes phases disponibles dans la littérature.

La reconstitution des impacts Carbone des plats préparés est fondée sur les recettes officielles fournies par l'équipe INRA/INSERM<sup>13</sup>, précisant composition et présence (en g ou en %) de l'aliment dans le plat.

## CONVERSION PRODUIT BRUT / PRODUIT CONSOMME

Les données recueillies concernent les produits bruts tels que disponibles en magasin. Or, les données nutritionnelles (quantité de produit réellement consommée en gramme/jour) sont données pour les produits cuisinés ou transformés pour être immédiatement disponibles à la consommation.

De ce fait, une fois tous les impacts Carbone bruts rassemblés et validés par le Comité de pilotage, ils ont été convertis en matière réellement consommée en appliquant un facteur de conversion issu des tableaux PrixComest de l'étude INCA. Ce facteur de conversion ne concerne que le changement de poids de l'aliment dans une optique nutritionnelle et pas la contribution des opérations domestiques (cuisson, réchauffage) à l'impact carbone, ce qui ajoute aux imprécisions de notre étude.

L'IC du produit brut sélectionné dans la littérature est ainsi converti en IC du produit réellement ingéré (donnée INCA2).<sup>14</sup> En effet, à poids égal (quantité en grammes), l'impact carbone sera dans certains cas différent pour la matière réellement ingérée par rapport au le produit brut. Par exemple, contre 2,33 g eqCO<sub>2</sub>/g de banane disponible en magasin (chair et peau), 3,24g eqCO<sub>2</sub> seront émis pour un gramme de chair de banane ingérée. La catégorie de féculents, notamment avec le riz et les pâtes

<sup>13</sup> Le détail de la composition des plats préparés reconstitués est disponible en *Annexe III*.

<sup>14</sup> Nous avons fait le choix de procéder par conversion de l'IC pour simplifier le calcul d'impact carbone des 8 régimes définis. L'autre solution, plus en phase avec le périmètre de l'étude, aurait été de convertir les quantités ingérées (données INCA2) en quantités achetées en magasin et d'appliquer l'IC du produit brut de la littérature.



alimentaires, le facteur de conversion donne le résultat inverse, car ces produits absorbent l'eau lors de leur cuisson, ce qui augmente leur volume final et diminue proportionnellement l'impact carbone pour la même quantité.

Concernant les plats préparés industriels disponibles en magasin, un facteur de conversion 1 a été appliqué.

### iii. INCERTITUDE DES DONNÉES CARBONE

Le recensement des données Carbone a été essentiellement basé sur la bibliographie nationales et internationale, qui, à ce jour, ne couvrent pas tous les produits alimentaires consommés en France. De plus, les études sur lesquelles nous nous appuyons utilisent parfois elles-mêmes différentes sources extérieures : bases de données, publications scientifiques, études ACV d'autres auteurs, ce qui augmente l'incertitude liée à ces données.

La variabilité de contextes possibles pour un même produit alimentaire multiplie d'autant les hypothèses possibles pour les études et donc peut conduire à des impacts Carbone différents. Dans le cadre de cette étude, les données Carbone concernant les produits alimentaires issus de l'agriculture conventionnelle française et distribués en France ont été privilégiées. Le temps imparti à l'étude et encore une fois la faible disponibilité des données Carbone dans la littérature, ne nous a pas permis à ce stade de dépasser le niveau assez générique des données (pas de traitement de la consommation des produits hors-saison, pas de ventilation en fonction des différents modes de production plus ou moins impactants sur le réchauffement climatique, etc.)

Compte tenu de l'utilisation de données Carbone issues de différentes études de paramètres différents et la reconstitution totale ou partielle d'un nombre important de données, l'incertitude des impacts Carbone utilisés est probablement, selon les impacts, comprise entre 30 et 50 %. En plus, on considère une variabilité de données importante liée à la variabilité intrinsèque des différents types de production et distribution.

Etant donnée l'importance de la qualité des données Carbone pour ce type d'étude, nous pensons essentielle la réalisation d'analyses de sensibilité. Elles feront l'objet des travaux ultérieurs. Les données de base seront également questionnées au fur et à mesure que d'autres études ACV seront disponibles dans la littérature.

Pour cette étude, les analyses sont faites à partir des données actuelles avec leur degré d'incertitude. Les résultats finaux sont à appréhender dans cette optique.

**Tableau 4 Impacts Carbone produits retenus**

**Légende**

- **Catégorie de produits** - appellation suivant la nomenclature de l'enquête INCA2
- **Famille** – appellation suivant la nomenclature de l'enquête INCA2
- **Produits analysés appellation INCA 2** – appellation du produit telle qu'utilisée dans l'enquête INCA2, c'est-à-dire considérant les produits cuisinés (ex. pâtes cuites)
- **Impact carbone retenu pour le produit disponible en magasin (g eqCO<sub>2</sub>/100 g)** – impact carbone du produit vendu en magasin issu de la littérature et/ou reconstitué, c'est-à-dire produit brut (ex. 250g de pâtes sèches) ou produit prêt à consommer (ex. soupe aux légumes brique)

CATEGORIE DE PRODUITS	FAMILLES	PRODUITS ANALYSES appellation INCA2	IMPACT CARBONE RETENU POUR LE PRODUIT DISPONIBLE EN MAGASIN (g eqCO <sub>2</sub> /100 g)	FACTEUR DE CONVERSION	IMPACT CARBONE produit réellement consommé ou cuit (g eqCO <sub>2</sub> /100 g)
PRODUITS LAITIERS	Fromages	gruyère fromage à pâte pressée cuite 45% m.g.	1 255	1	1 255
		camembert sans précision	940	1	940
	Lait	lait demi écrémé UHT	141	1	141
	Laitages	yaourt ou spécialité laitière nature	224	1	224
		yaourt ou spécialité laitière aux fruits sans précision	180	1	180
		fromage blanc battu 20 % m.g.	192	1	192
	VIANDE – ŒUF - POISSON	Produits carnés charcuterie	lardon nature cuit	779	0,9
jambon cuit			645	1	645
saucisson sec			713	1	713
Produits carnés viande		steak haché 15% m.g. cuit surgelé	1474	0,8	1 843
		agneau côtelette grillée	1 400	0,61	2 295
Produits carnés volaille et gibier		poulet rôti viande et peau	625	1	625
		dinde ou autre volaille escalope sautée	590	1	590
Œufs		œuf dur	494	0,87	568
Poissons crustacés		crevette cuite	1050	0,65	1 615
Poissons gras		sardine à l'huile en conserve égouttée	258	0,8	323
		saumon cuit à la vapeur	391	1	390
		saumon fumé cru	391	1	390
Poissons non gras		thon au naturel en conserve égoutté	394	0,7	563
		cabillaud cuit au four	394	0,69	571
		lieu ou colin noir cuit	394	0,65	606
FRUITS ET LEGUMES EXCLUSIVEMENT végétal	Légumes	oignon cuit	64	0,9	71
		haricot vert en conserve égoutté	116	1	116
		endive crue	146	1	146
		carotte crue	146	1	146
		tomate crue	136	0,97	140
		salade verte sans assaisonnement sans précision	105	0,66	159

	<b>Fruits boissons</b>	jus d'orange à base de concentré pasteurisé	<b>117</b>	<b>1</b>	<b>117</b>
	<b>Fruits</b>	orange fraîche	<b>89</b>	<b>0,72</b>	<b>124</b>
		clémentine ou mandarine fraîche	<b>65</b>	<b>0,72</b>	<b>90</b>
		banane fraîche	<b>233</b>	<b>0,72</b>	<b>324</b>
		pomme non pelée fraîche	<b>95</b>	<b>0,95</b>	<b>104</b>
		compote de pomme en conserves	<b>105</b>	<b>0,96</b>	<b>109</b>
<b>FECULENTS EXCLUSIVEMENT végétal</b>	<b>Féculents non raffinés</b>	pomme de terre frite surgelée cuite	<b>93</b>	<b>0,49</b>	<b>190</b>
		pomme de terre cuite à l'eau	<b>33</b>	<b>0,86</b>	<b>38</b>
		lentille cuite	<b>133</b>	<b>3</b>	<b>44</b>
		pain complet ou intégral artisanal	<b>95</b>	<b>1</b>	<b>95</b>
	<b>Féculents raffinés</b>	riz blanc cuit	<b>290</b>	<b>3</b>	<b>97</b>
		pâtes alimentaires cuites	<b>92</b>	<b>3</b>	<b>31</b>
<b>AUTRES BOISSONS</b>	<b>Boissons alcoolisées</b>	vin rouge 12°	<b>113</b>	<b>1</b>	<b>113</b>
		bière cœur de marché à 4-5° d'alcool	<b>46</b>	<b>1</b>	<b>46</b>
	<b>Boissons sans alcool</b>	café noir prêt à boire non sucré	<b>37</b>	<b>1</b>	<b>37</b>
		thé infusé non sucré	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>6</b>
<b>EAU</b>	<b>Eau du robinet</b>	eau du robinet	<b>0,0526</b>	<b>1</b>	<b>0,05</b>
	<b>Eau minérale sans précision</b>	eau minérale sans précision	<b>18</b>	<b>1</b>	<b>18</b>
<b>PLATS PREPARES</b>	(FEC ; FEC_LEG ; LEG)	salade de pommes de terre	<b>54</b>	<b>1</b>	<b>54</b>
		taboulé ou salade de couscous	<b>195</b>	<b>1</b>	<b>195</b>
		tomate à la provençale	<b>137</b>	<b>1</b>	<b>137</b>
		soupe aux légumes préemballée à réchauffer	<b>29</b>	<b>1</b>	<b>29</b>
		soupe aux légumes type fait maison	<b>26</b>	<b>1</b>	<b>26</b>
	(FEC_VIA ; LEG_VIA ; POI ; FEC_LAIT ; FEC_LEG_VIA ; VIA_LAIT)	quiche lorraine	<b>77</b>	<b>1</b>	<b>77</b>
		gratin dauphinois	<b>220</b>	<b>1</b>	<b>220</b>
		raviolis à la viande à la sauce tomate en conserves	<b>190</b>	<b>1</b>	<b>190</b>
		pizza sans précision	<b>470</b>	<b>1</b>	<b>470</b>
		poisson pané frit	<b>430</b>	<b>1</b>	<b>430</b>
		cassoulet en conserve	<b>259</b>	<b>1</b>	<b>259</b>
		cheeseburger	<b>781</b>	<b>1</b>	<b>781</b>
		tomate farcie	<b>349</b>	<b>1</b>	<b>349</b>
<b>SNACKS, APERO</b>	<b>Snacks</b>	biscuit apéritif type cracker nature	<b>254</b>	<b>1</b>	<b>254</b>
		chips de pomme de terre salées	<b>264</b>	<b>1</b>	<b>264</b>
<b>PRODUITS SUCRES</b>	<b>Boissons</b>	soda au cola	<b>37</b>	<b>1</b>	<b>37</b>
	<b>Sucres et dérivés</b>	sucre blanc	<b>96</b>	<b>1</b>	<b>96</b>
		miel	<b>103</b>	<b>1</b>	<b>103</b>
	<b>Viennoiseries</b>	pain au chocolat	<b>209</b>	<b>1</b>	<b>209</b>

		feuilleté artisanal			
		brioche industrielle préemballée	<b>268</b>	<b>1</b>	<b>268</b>
	<b>Desserts</b>	tarte ou tartelette aux fruits	<b>445</b>	<b>1</b>	<b>445</b>
<b>ASSAISONNEMENTS EXCLUSIVEMENT végétal</b>	<b>Matière grasse végétale</b>	huile d'olive vierge	<b>216</b>	<b>1</b>	<b>216</b>
		huile de tournesol	<b>110</b>	<b>1</b>	<b>110</b>
		matière grasse allégée 60 %m.g.	<b>240</b>	<b>1</b>	<b>240</b>
	<b>Matière grasse animale</b>	crème fraîche ou crème de lait fluide allégée 15 à 20 % m.g.	<b>297</b>	<b>1</b>	<b>297</b>
		crème fraîche ou crème de lait sans précision	<b>456</b>	<b>1</b>	<b>456</b>
		beurre doux	<b>2 477</b>	<b>1</b>	<b>2 477</b>
<b>FRUITS OLEAGINEUX</b>	<b>Noix</b>	noix	<b>117</b>	<b>0,43</b>	<b>272</b>

## V. SÉLECTION DES RÉGIMES ALIMENTAIRES

---

### i. MÉTHODE - DÉFINITION DE L'ÉCHANTILLON

Pour définir les régimes alimentaires différenciés à partir des données représentatives de la consommation française, une méthodologie spécifique a été développée par l'équipe INRA/INSERM de Marseille (Nicole Darmon, Florent Vieux et Djery Sow).

Elle permet d'identifier des groupes de consommateurs selon la qualité nutritionnelle de leur alimentation. Plus précisément, elle désigne des rations-type qui sont contrastées sur le plan de leur qualité nutritionnelle globale, tout en étant réalistes et représentatives de l'alimentation française.

Pour faire cela, il a tout d'abord été nécessaire de construire l'échantillon représentatif des consommateurs français. Ce dernier a été constitué sur la base des résultats de l'Étude INCA 2.<sup>15</sup> INCA 2 concerne 4 079 personnes (âgées de 3 à 79 ans) dont 2 624 adultes pour lesquels nous avons le descriptif des consommations alimentaires pendant sept jours consécutifs.<sup>16</sup>

L'analyse a porté sur le sous-échantillon des individus de plus de 18 ans (n=2624) considérés comme 'normo-déclarants'. En effet, comme il est d'usage de le faire en épidémiologie nutritionnelle pour éviter des biais de déclaration, les individus ayant sous-déclaré leurs apports alimentaires ont été exclus de l'analyse en suivant les procédures utilisées et décrites en détail dans le rapport INCA 2.<sup>17</sup> Ainsi, les équations de Black et al.<sup>18</sup> ont été utilisées pour le calcul du métabolisme de base. On obtient 1 918 individus normo-déclarants après retrait des sous-déclarants.

### ii. DÉFINITION DES GROUPES DE CONSOMMATEURS SELON LA QUALITÉ NUTRITIONNELLE DE LEUR ALIMENTATION

Une fois l'échantillon défini, il a été possible d'appliquer la méthode d'identification des groupes de consommateurs selon l'indice de qualité nutritionnelle de leur alimentation développé par l'équipe de Marseille. L'approche est basée sur une hypothèse qui définit comme nutritionnellement optimale une alimentation qui respecte trois critères de qualité nutritionnelle :

- avoir une faible densité énergétique (DE, en kcal/100 g)
- avoir une teneur élevée en nutriments essentiels, estimée par le Mean Adequacy Ratio (MAR, en % d'adéquation/j)
- avoir une faible teneur en composés à limiter sur le plan nutritionnel, estimée par le Mean Excess Ratio (MER, en % d'excès/j)

Il s'agit des indicateurs officiellement utilisés et reconnus dans le cadre des analyses nutritionnelles au niveau international. Il faut préciser toutefois, que leur choix a une influence directe sur la composition et par conséquent également sur l'impact carbone des différents régimes. La description détaillée du calcul des trois critères de qualité nutritionnelle est la suivante :

#### **DE – Densité Énergétique**

La Densité Énergétique (DE) de l'alimentation se calcule en divisant les apports énergétiques journaliers par la quantité d'aliments consommés chaque jour. Elle est en grande partie liée au contenu des aliments en eau et en graisses : l'eau augmente le poids de l'aliment mais non la valeur énergétique.

---

<sup>15</sup> Elle permet de suivre l'évolution des consommations par rapport aux études précédentes et, en particulier, la première étude INCA 1 (1998-1999).

<sup>16</sup> Chaque journée était décomposée en 3 repas et 3 prises inter-repas. Pour chaque prise ou repas, le participant devait décrire le détail de tous les aliments et boissons consommés, estimer la quantité consommée à l'aide d'un manuel de photographies de portions ou de mesures ménagères ou encore de grammages ou volumes unitaires et indiquer les informations sur le type de produit (industriel/fait maison, frais/conservé/surgelé, enrichi/allégé/ou non).

<sup>17</sup> Rapport final INCA 2 (<http://www.afssa.fr/Documents/PASER-Ra-INCA2.pdf>), page 19 'Echantillonnage'

<sup>18</sup> Ambroise Martin, coord. *Apports nutritionnels conseillés pour la population française*, AFSSA p.29

La DE se calcule de la manière suivante :

$$DE = \frac{\text{Apport énergétique journalier (Kcal)}}{\text{Quantité totale journalière consommée (g)}}$$

Dans cette étude, la densité énergétique a été calculée en prenant en compte uniquement les consommations d'aliments solides. Comme cela est préconisé dans la littérature, nous avons donc retiré l'eau, les boissons alcoolisées et non-alcoolisées, les jus, les boissons sucrées et le lait pour le calcul de la densité énergétique. Plus la DE est élevée, plus la ration est considérée comme de mauvaise qualité.

### MAR (Mean Adequacy Ratio en %)

Le MAR est un indicateur qui mesure la bonne qualité nutritionnelle d'une ration. Il est calculé (sur les apports sans alcool) comme étant la moyenne de 20 ratios. Chaque ratio est l'apport journalier calculé pour un « bon » nutriment  $i$  ( $N_i$ ) divisé par l'apport recommandé pour ce nutriment ( $ANC_i$ ). Cependant si l'apport est supérieur au seuil recommandé, le ratio est ramené à 1.

Le MAR est calculé de la manière suivante :

$$MAR = \frac{\sum_{i=1}^{20} \text{ratio}_i}{20} * 100$$

Avec

$$\text{ratio}_i = \begin{cases} 1 & \text{si } N_i \geq ANC_i \\ \frac{N_i}{ANC_i} & \text{Sinon} \end{cases}$$

Plus un score MAR est élevé, plus la ration est considérée comme de bonne qualité.

### MER (Mean Excess Ratio)

Le MER indique de manière générale l'excès moyen par rapport à la limite conseillée en trois composés : acides gras saturés, sel, sucres libres<sup>19</sup>.

$$MER = \left( \frac{\text{ratio}[Na] + \text{ratio}[AGS] + \text{ratio}[Freesugar]}{3} - 100 \right)$$

$$\text{Ratios} = \begin{cases} \text{ratio}[Na] = \frac{[Na]_{mg}}{3153} * 100 \\ \text{ratio}[AGS] = \frac{[AGS]}{22,2} * 100 \\ \text{ratio}[Freesugar] = \frac{[Freesugar]}{50} * 100 \end{cases} \begin{cases} \text{Si } i \text{ ratio} > 100 \\ 100 \text{ Sinon} \end{cases}$$

Si la valeur du ratio d'un des trois composés est inférieure à 100, son ratio est ramené à 100 et la moyenne de ces 3 ratios dont on retire 100 nous donne le MER. Plus un score MER est élevé, plus la ration est considérée comme étant de mauvaise qualité. Il est également calculé sur les apports sans alcool.

<sup>19</sup> Selon l'OMS, les sucres libres sont les sucres ajoutés, les sucres des boissons et des jus de fruit et le sucre du miel et des sirops.

Les participants adultes de l'enquête INCA 2 ont été classés en fonction de la qualité nutritionnelle de leur alimentation, sur la base de ces trois indicateurs. Ainsi, pour chaque adulte normo-déclarant, les valeurs des indicateurs MAR, MER et DE ont été calculées. Une médiane de chaque indicateur a été calculée par sexe (homme/femme). Le calcul de chacun de ces indicateurs a été fait sans compter les apports en produits alcoolisés.

Le Tableau 5 indique les valeurs médianes obtenues pour le MAR, le MER et la DE par sexe.

**Tableau 5 Médianes des indicateurs de qualité nutritionnelle DE, MAR, MER**

Sexe	MAR (%/j)	DE (kcal/100 g)	MER (%/j)
Homme	86,11	173,48	39,72
Femme	81,87	158,38	18,53

### iii. COMPOSITION DES RÉGIMES ALIMENTAIRES

A partir de ces valeurs médianes, les individus de l'échantillon ont été classés en regroupant pour chaque sexe :

- Mangeurs « adéquats » : les individus ayant un MAR supérieur à la médiane, une DE inférieure à la médiane et un MER inférieur à la médiane
- Mangeurs « inadéquats » : les individus ayant un MAR inférieur, une DE supérieure et un MER supérieur aux médianes respectives
- Intermédiaires – tous les autres individus

Avec ce découpage, le groupe 'Intermédiaires' rassemblait la majorité d'individus. Aussi a-t-il été décidé de le subdiviser en deux groupes :

- Intermédiaires + (les individus qui respectent deux critères de bonne qualité nutritionnelle sur les trois identifiés)
- Intermédiaires – (les individus qui ne respectent qu'un seul critère de bonne qualité nutritionnelle sur les trois identifiés)

Il faut noter que ce découpage de la catégorie intermédiaire aboutit probablement à des classes assez hétérogènes : un individu peut être classé en intermédiaire + soit parce qu'il a un bon MAR, soit parce qu'il a un bon MER, ce qui ne signifie pas la même chose sur le contenu de son alimentation.

Ainsi, quatre groupes par sexe ont été identifiés, donnant en tout 8 groupes distincts d'individus différenciés sur la qualité nutritionnelle de leur alimentation.

**Tableau 6 Terminologie utilisée pour définir les 8 groupes de mangeurs**

Sexe	Mangeurs « adéquats »	Intermédiaires +	Intermédiaires -	Mangeurs « inadéquats »
<b>Hommes</b>	MAR > 86,11% DE < 173,48 kcal/100 g MER < 39,72%	2 critères de bonne qualité nutritionnelle atteints	1 critère de bonne qualité nutritionnelle atteint	MAR < 86,11% DE > 173,48 kcal/100 g MER > 39,72%
<b>Femmes</b>	MAR > 81,87% DE < 158,38 kcal/100 g MER < 18,53%	2 critères de bonne qualité nutritionnelle atteints	1 critère de bonne qualité nutritionnelle atteint	MAR < 81,87% DE > 158,38 kcal/100 g MER > 18,53%

**Tableau 7 Nombre de personnes par groupe de qualité nutritionnelle**

Sexe	Total	Mangeurs « adéquats »	Intermédiaires +	Intermédiaires -	Mangeurs « inadéquats »
<b>Hommes</b>	776	101	294	273	108
<b>Femmes</b>	1142	180	389	395	178
<b>TOTAL</b>	1918	281	683	668	286

Dans l'échantillon entier, les mangeurs « adéquats » représentent 14,6 %, les Intermédiaires + 35,6 % ; les Intermédiaires - 34,8 % et les mangeurs « inadéquats » 14,9 %.

Chez les Hommes, les mangeurs « adéquats » représentent 13,0 %, les Intermédiaires + 37,9 %, Intermédiaires - 35,2 % et les mangeurs « inadéquats » 13,9 %.

Chez les Femmes, les mangeurs « adéquats » représentent 15,8 %, les Intermédiaires + 34,0 %, Intermédiaires - 34,6 % et mangeurs « inadéquats » 15,6 %.

La classification des individus selon le MAR, le MER et la DE aboutit à huit groupes dont les apports nutritionnels sont indiqués en annexe IV. Ces résultats confirment que la classification que nous avons opérée a bien permis de regrouper les individus en fonction de la qualité nutritionnelle de leur alimentation. En effet, pour les hommes comme pour les femmes ceux du groupe « adéquat » ont les plus forts apports en vitamines, minéraux et fibres, les plus faibles apports en sucres, lipides totaux et acides gras saturés, et une alimentation de très faible densité énergétique mais des consommations importantes en quantité totale ingérée. Les résultats montrent que la contribution énergétique des produits d'origine végétale est la plus élevée dans les groupes « adéquats » (de l'ordre de 50%) et la plus faible dans les groupes « inadéquats » (de l'ordre de 30%). Enfin, on note des différences d'apports énergétiques entre les quatre groupes, mais elles n'évoluent pas de façon linéaire : chez les hommes comme chez les femmes, c'est le groupe inter - qui a les plus forts apports énergétiques.

L'alimentation de chacun des huit groupes est composée en moyenne de la façon suivante<sup>20</sup> :

**Tableau 8 Composition des 4 régimes HOMMES  
(consommation moyenne par catégorie de produits en g ingéré/jour)**

Régimes alimentaires	Mangeurs « adéquats »		Intermédiaires +		Intermédiaires -r		Mangeurs « inadéquats »		Total	
N	101		294		273		108		776	
	moy	std	moy	std	moy	std	moy	std	moy	std
<b>Produits laitiers</b>	<b>223,15</b>	191,95	<b>198,19</b>	163,57	<b>194,96</b>	199,63	<b>168,43</b>	143,73	196,16	178,64
<b>VOP</b>	<b>197,37</b>	59,53	<b>195,62</b>	79,30	<b>190,74</b>	77,28	<b>180,54</b>	85,44	192,03	77,24
<b>Fruits et légumes</b>	<b>517,42</b>	218,82	<b>401,34</b>	218,74	<b>285,93</b>	179,57	<b>175,54</b>	112,04	344,42	218,24
<b>Féculents</b>	<b>334,06</b>	139,62	<b>302,38</b>	133,17	<b>309,83</b>	147,74	<b>246,17</b>	118,15	301,30	139,27
<b>Autres boissons</b>	<b>644,72</b>	443,94	<b>656,88</b>	400,60	<b>648,05</b>	409,84	<b>603,24</b>	407,61	644,73	410,23
<b>Eaux</b>	<b>907,05</b>	685,14	<b>700,64</b>	536,53	<b>765,10</b>	572,06	<b>596,18</b>	481,75	735,64	568,87
<b>Plats préparés</b>	<b>229,27</b>	151,82	<b>236,44</b>	166,61	<b>199,52</b>	137,93	<b>181,13</b>	115,59	214,82	149,78
<b>Snacks apéro</b>	<b>2,13</b>	3,91	<b>2,56</b>	5,04	<b>4,34</b>	9,63	<b>5,16</b>	9,98	3,49	7,69
<b>Produits sucrés</b>	<b>115,95</b>	89,10	<b>148,43</b>	129,74	<b>245,84</b>	211,79	<b>350,29</b>	308,02	206,56	204,95
<b>Assaisonnements</b>	<b>39,63</b>	20,62	<b>38,58</b>	21,72	<b>36,44</b>	22,20	<b>33,85</b>	20,82	37,31	21,67
<b>Fruits oléagineux</b>	<b>1,26</b>	3,63	<b>1,39</b>	4,01	<b>1,37</b>	4,17	<b>1,19</b>	3,82	1,34	3,99
<b>Total</b>	<b>3212,02</b>	748,30	<b>2882,47</b>	789,26	<b>2882,11</b>	779,09	<b>2541,72</b>	575,84	2877,81	772,58

**Tableau 9 Composition des 4 régimes FEMMES  
(consommation moyenne par catégorie de produits en g matière ingérée/jour)**

Régimes alimentaires	Mangeurs « adéquats »		Intermédiaires +		Intermédiaires -		Mangeurs « inadéquats »		Total	
N	180		389		395		178		1142	
	moy	std	moy	std	moy	std	moy	std	moy	std
<b>Produits laitiers</b>	<b>261,09</b>	159,55	<b>195,19</b>	140,85	<b>185,14</b>	146,55	<b>148,94</b>	134,48	194,89	148,38
<b>VOP</b>	<b>153,64</b>	63,87	<b>139,63</b>	60,55	<b>135,88</b>	56,95	<b>121,23</b>	51,15	137,67	59,14
<b>Fruits et légumes</b>	<b>512,16</b>	195,83	<b>396,29</b>	202,16	<b>289,21</b>	166,93	<b>213,36</b>	120,74	349,01	202,16
<b>Féculents</b>	<b>194,86</b>	94,65	<b>187,36</b>	90,41	<b>210,96</b>	96,77	<b>185,06</b>	82,40	196,35	92,70

<sup>20</sup> Légende des tableaux : N= nombre ; Moy – moyenne ; std – standard deviation – écart type



<b>Autres boissons</b>	<b>605,95</b>	471,78	<b>481,78</b>	366,73	<b>485,48</b>	391,17	<b>485,07</b>	382,52	503,14	397,70
<b>Eaux</b>	<b>890,12</b>	599,03	<b>822,88</b>	575,80	<b>743,43</b>	543,22	<b>698,46</b>	519,16	786,60	562,80
<b>Plats préparés</b>	<b>195,95</b>	143,35	<b>210,31</b>	159,44	<b>159,79</b>	102,34	<b>150,16</b>	88,31	181,20	131,63
<b>Snacks apéro</b>	<b>1,99</b>	4,69	<b>1,87</b>	5,21	<b>3,26</b>	7,01	<b>3,38</b>	6,70	2,60	6,09
<b>Produits sucrés</b>	<b>109,69</b>	76,21	<b>116,23</b>	94,71	<b>192,15</b>	151,94	<b>277,40</b>	297,38	166,58	170,79
<b>Assaisonnements</b>	<b>36,61</b>	16,57	<b>36,02</b>	19,80	<b>37,16</b>	20,97	<b>33,62</b>	19,17	36,13	19,66
<b>Fruits oléagineux</b>	<b>1,52</b>	4,50	<b>0,82</b>	2,30	<b>0,81</b>	2,76	<b>0,41</b>	2,51	0,86	2,94
<b>Total</b>	<b>2963,56</b>	733,46	<b>2588,39</b>	774,46	<b>2443,27</b>	765,40	<b>2317,09</b>	631,49	2555,04	769,66

Les mangeurs « adéquats » hommes et femmes consomment de grandes quantités d'eau et d'autres boissons, ainsi qu'une grande quantité de fruits et légumes par jour. Les mangeurs « adéquats » hommes se distinguent des mangeurs « adéquats » femmes par une plus grande consommation des produits de la catégorie VOP, et de féculents.

Les mangeurs « inadéquats » hommes et femmes consomment globalement moins de produits laitiers que les mangeurs « adéquats » pour les deux sexes. Les mangeurs « inadéquats » hommes mangent plus de produits de la catégorie VOP que les mangeurs « inadéquats » femmes. Les fruits et légumes sont davantage consommés par les mangeurs « inadéquats » femmes que par les mangeurs « inadéquats » hommes, mais proportionnellement en quantité bien moindre par rapport aux mangeurs « adéquats » hommes ou femmes. Les mangeurs « inadéquats » femmes consomment moins de produits sucrés que les mangeurs « inadéquats » hommes.

Les principales différences entre les mangeurs « adéquats » et les mangeurs « inadéquats » se font au niveau de la consommation des catégories de produits suivantes : les mangeurs « adéquats » (hommes et femmes) consomment beaucoup plus de fruits et légumes (plus du double), plus de produits laitiers, plus d'eau et autres boissons, un petit peu plus de VOP, plus de féculents (surtout les hommes), et un peu plus de plats préparés.

Par contre ils consomment nettement moins de produits sucrés que les mangeurs « inadéquats » (moitié moins).

Les consommations détaillées (en g/j) de chacune des 36 familles d'aliments pour chaque groupe sont reportées en annexe V.

**Tableau 10 Focus catégorie VOP HOMMES (consommation moyenne en g ingérés/jour)**

Régimes alimentaires	Mangeurs « adéquats »		Intermédiaires +		Intermédiaires -		Mangeurs « inadéquats »		Total	
N	101		294		273		108		776	
	moy	std	moy	std	moy	std	moy	std	moy	std
<b>Viande</b>	136,56	54,84	145,56	70,71	147,71	74,21	150,18	77,11	145,79	71,04
<b>Œuf</b>	16,77	18,39	16,79	17,84	16,27	19,86	11,27	16,76	15,84	18,56
<b>Poisson et crustacés</b>	44,04	34,53	33,27	31,75	26,76	29,60	19,09	27,58	30,41	31,58
<b>Total</b>	197,37	59,53	195,62	79,30	190,74	77,28	180,54	85,44	192,03	77,24

**Tableau 11 Focus catégorie 'VOP' FEMMES (consommation moyenne en g ingérés/jour)**

Régimes alimentaires	Mangeurs « adéquats »		Intermédiaires +		Intermédiaires -		Mangeurs « inadéquats »		Total	
N	180		389		395		178		1142	
	moy	std	moy	std	moy	std	moy	std	moy	std
<b>Viande</b>	95,33	53,06	93,60	46,45	96,13	49,88	92,86	47,09	94,63	48,79
<b>Œuf</b>	15,59	15,51	14,34	16,89	13,59	16,79	10,15	11,41	13,63	15,97
<b>Poissons et crustacés</b>	42,72	35,21	31,69	32,14	26,15	23,65	18,22	20,95	29,42	29,32
<b>Total</b>	153,64	63,87	139,63	60,55	135,88	56,95	121,23	51,15	137,67	59,14

**Tableau 12 Focus catégorie plats préparés HOMMES (consommation moyenne en g ingérés/jour)**

Régimes alimentaires	Mangeurs « adéquats »		Intermédiaires +		Intermédiaires -		Mangeurs « inadéquats »		Total	
	N									
	101		294		273		108		776	
	moy	std	moy	std	moy	std	moy	std	moy	std
<b>Plats végétaux</b>	140,26	141,00	123,12	134,15	55,13	81,37	33,91	48,13	89,02	116,72
<b>Plats contenant des calories d'origine animale</b>	89,01	80,43	113,32	107,66	144,39	115,53	147,23	106,37	125,81	109,01
<b>Total</b>	229,27	151,82	236,44	166,61	199,52	137,93	181,13	115,59	214,82	149,78

**Tableau 13 Focus catégorie 'plats préparés' FEMMES (consommation moyenne en g ingérés/jour)**

Régimes alimentaires	Mangeurs « adéquats »		Intermédiaires +		Intermédiaires -		Mangeurs « inadéquats »		Total	
	N									
	180		389		395		178		1142	
	moy	std	moy	std	moy	std	moy	std	moy	std
<b>Plats végétaux</b>	137,81	138,73	139,69	143,47	60,26	74,09	45,33	54,39	97,21	118,91
<b>Plats contenant des calories d'origine animale</b>	58,14	57,76	70,62	62,33	99,53	81,20	104,82	71,34	83,98	72,31
<b>Total</b>	195,95	143,35	210,31	159,44	159,79	102,34	150,16	88,31	181,20	131,63

Les tableaux 10 à 13 permettent d'affiner l'analyse. L'écart entre les hommes et les femmes, sur les consommations de la catégorie VOP, est lié à une plus grande consommation de viande par les hommes (qu'ils soient mangeurs « adéquats » ou mangeurs « inadéquats »). Par contre, l'écart de consommation de la catégorie VOP, entre les mangeurs « adéquats » et les mangeurs « inadéquats » est lié à une plus grande consommation de poisson par les mangeurs « adéquats », la consommation de viande étant équivalente (cet écart se retrouve tant chez les hommes que chez les femmes). Sur les plats cuisinés, on note que la plus faible consommation de ces plats par les femmes, peut être attribuée principalement à une moindre consommation de plats préparés contenant des calories d'origine animale. On constate également un écart très net dans les consommations de plats préparés entre les mangeurs « adéquats » et les mangeurs « inadéquats »: les mangeurs « adéquats » consomment principalement des plats préparés végétaux, alors que les mangeurs « inadéquats » consomment majoritairement des plats préparés contenant des calories d'origine animale.

Les Tableaux ci-dessous (Tbl. 14 et Tbl. 15) nous montrent les apports énergétiques et les quantités consommées pour les quatre régimes des deux sexes. Les données sont calculées en incluant les boissons y compris alcoolisées.

Nous pouvons constater, qu'aussi bien pour les Hommes que pour les Femmes, pour une quantité de grammes ingérés inférieure chez les mangeurs « inadéquats », nous obtenons un apport énergétique plus important que pour les mangeurs « adéquats ». Les mangeurs « inadéquats » consomment moins de produits en quantité, mais leur menu est composé de produits avec une densité énergétique importante. Cet écart est à relier à la consommation de fruits et légumes (fort contenu en eau) et à la consommation d'eau et autres boissons.

Les Femmes consomment de façon générale moins que les Hommes et leur alimentation présente des apports énergétiques proportionnellement moindres.

**Tableau 14 Moyennes des apports énergétiques (en kcal/jour) et des quantités (en g ingérés/jour) chez les Hommes**

	Mangeurs « adéquats » (101)		Intermédiaires + (294)		Intermédiaires - (273)		Mangeurs « inadéquats » (108)		ProbF
	moyenne	sd	moyenne	sd	moyenne	sd	moyenne	sd	
<b>Energie</b>	<b>2355,7</b>	283,2	<b>2381,0</b>	593,3	<b>2674,8</b>	682,3	<b>2487,4</b>	284,0	0,0000
<b>Quantité</b>	<b>3212,0</b>	748,3	<b>2882,5</b>	789,3	<b>2882,1</b>	779,1	<b>2541,7</b>	575,8	0,0000

**Tableau 15 Moyennes des apports énergétiques (en kcal/jour) et des quantités (en g ingérés/jour) chez les Femmes**

	Mangeurs « adéquats » (180)		Intermédiaires + (389)		Intermédiaires - (395)		Mangeurs « inadéquats » (178)		ProbF
	moyenne	sd	moyenne	sd	moyenne	sd	moyenne	sd	
<b>Energie</b>	<b>1756,0</b>	282,2	<b>1712,9</b>	525,7	<b>1981,1</b>	521,1	<b>1904,7</b>	232,8	0,0000
<b>Quantité</b>	<b>2963,6</b>	733,5	<b>2588,4</b>	774,5	<b>2443,3</b>	765,4	<b>2317,1</b>	631,5	0,0000

## VI. ANALYSE D'IMPACT CARBONE DES RÉGIMES ALIMENTAIRES

---

L'impact carbone de l'alimentation de chaque adulte INCA2 a été calculé selon la méthodologie suivante.

Comme indiqué dans le chapitre IV, les 1312 aliments consommés dans le cadre de l'enquête INCA2 ont été rapportés à 74 produits « les plus consommés », de la manière suivante.

Afin d'identifier l'impact carbone par famille d'aliments, le poids de la consommation de chaque produit dans sa famille a été calculé. Le poids de chaque aliment est défini comme étant le rapport entre la consommation de cet aliment et la consommation de tous les aliments sélectionnés pour l'étude de l'impact carbone pour représenter cette famille d'aliments. Ces poids sont définis à partir des consommations observées dans l'ensemble de la population, hommes et femmes confondus. Ainsi, pour chaque famille d'aliments, nous obtenons :

$$\text{Poids de l'aliment}_j = \frac{\text{Quantité totale consommé de l'aliment}_j}{\sum_{i=1}^n \text{Quantité totale consommé de l'aliment}_i}$$

avec  $n$  = nombre d'aliments sélectionnés dans la famille.

Exemple de poids dans la famille fruits :

Banane fraîche : 0,1456

Clémentine : 0,1245

Compote de pomme : 0,0691

Orange fraîche : 0,1045

Pomme : 0,5563

Par définition :

- la somme des poids par famille est toujours égale à 1
- les aliments qui sont seuls représentants de leur famille ont un poids égal à 1

L'impact carbone de chaque aliment a été multiplié par le poids de l'aliment dans la famille. Nous avons sommé dans chaque famille les impacts Carbone de chaque aliment.

Suite à ces calculs, nous obtenons donc une table qui nous permet d'estimer l'impact carbone pour 1 g de chaque famille simplifiée d'aliments (36 familles représentées chacune par quelques aliments).

Ensuite, pour chaque individu, nous avons calculé la consommation réelle, c'est-à-dire en tenant compte cette fois-ci de l'ensemble des consommations de tous les aliments de la table INCA 2 de chaque famille non simplifiée d'aliments (36 familles). Pour l'exemple fruits, c'est donc la quantité totale de fruits déclarés comme consommés par chaque individu qui est ici calculée, y compris ceux qui n'ont pas été sélectionnés comme représentants de la famille fruits.

Nous multiplions la matrice ainsi obtenue (Consommations individuelles de chaque famille non simplifiée d'aliments, en g/jour) avec la table des impacts Carbone estimés pour les familles simplifiées d'aliments en eqCO<sub>2</sub>/g de famille. C'est-à-dire que nous multiplions la quantité réellement consommée de la famille  $i$  par l'impact carbone estimé pour cette famille.

Nous faisons ensuite pour chaque individu la somme des impacts Carbone estimés pour toutes les familles consommées par cet individu.

Pour le calcul de l'impact carbone, cela revient à considérer, par exemple pour la famille fruits, que chaque individu ne mange que les 5 fruits sélectionnés, les mange dans les proportions correspondant aux proportions moyennes des consommations de ces 5 fruits dans la population totale (ce que nous avons appelé 'poids des aliments dans la famille') et les mange en quantité totale égale à la quantité totale réelle de fruits consommés par l'individu. Autrement dit, cela signifie qu'un impact carbone « moyen », élaboré sur la base des proportions moyennes consommées par la population d'un échantillon de produits, a été calculé pour chaque famille de produits. Cet impact par famille a ensuite été appliqué aux consommations individuelles par chaque individu, de cette famille d'aliments.

**Tableau 16 Contribution des aliments sélectionnés aux apports alimentaires**

Sexe	n=(1918)	% Energie	% Quantité
<b>HOMMES</b>	776	38,87	49,77
<b>FEMMES</b>	1142	35,64	48,98

Nous pouvons constater que la consommation de ces 74 aliments couvre la moitié des apports en poids et un peu plus du tiers en calories.

L'équipe INRA/INSERM de Marseille a effectué un test pour tenter d'estimer l'erreur liée au fait de ne considérer que l'impact carbone de 74 produits pour le calcul de l'impact carbone total des rations consommées.

Comme nous ne connaissons pas l'impact carbone des autres aliments de la table nous ne pouvons pas estimer cette erreur directement. Par contre, notre table de composition nutritionnelle est complète pour l'ensemble des aliments de la table, pas seulement pour les 74 aliments sélectionnés. Nous posons l'hypothèse que l'erreur que nous faisons sur le calcul de l'impact carbone est du même ordre que celle que nous aurions faite sur l'aspect nutritionnel si nous n'avions calculé les apports nutritionnels qu'à partir des données de composition nutritionnelle des 74 aliments, et en constituant une table simplifiée de teneurs en énergie et en nutriments en adoptant exactement la même procédure que celle utilisée ci-dessus pour aboutir aux valeurs estimées d'impact carbone pour chaque famille simplifiée (36 familles).

A partir de cette table simplifiée de composition nutritionnelle, nous avons recalculé pour chaque individu une DE simplifiée, un MAR simplifié et un MER simplifié, et nous avons reclassé les individus selon la même règle que celle décrite page 38. Pour estimer l'erreur introduite par la contraction de la table de 1312 aliments en table de 36 familles simplifiées, nous analysons les erreurs de classement des individus dans les groupes nutritionnels, comme le montre le Tableau 17 ci-dessous. Les résultats montrent que malgré la simplification, les individus restent dans des groupes nutritionnels proches.

Le Tableau 17 montre la correspondance entre les classements des individus dans les 4 groupes de qualité nutritionnelle selon que les calculs sont faits à partir des données complètes ou à partir des données simplifiées (i.e. 36 familles simplifiées définies à partir des consommations moyennes des 74 aliments sélectionnés).

**Tableau 17 Effectifs des individus classés dans chaque groupe - classement simplifié et complet**

Table simplifiée	Table complète					
	Adéquat	Adéquat	Intermédiaire +	Intermédiaire -	Inadéquat	Total
	178	77	13	1	296	
	82	464	125	22	693	
	20	121	462	81	648	
	1	21	68	182	272	
	281	683	668	286	1918	

Le tableau ci-dessus nous montre que parmi les 281 individus placés dans le groupe « Mangeurs adéquats », 178 le restent en utilisant le classement basé sur la table de composition simplifiée des familles d'aliments. On a donc sur l'ensemble de la population  $(178+464+462+182)/1918 = 67\%$  de concordance.

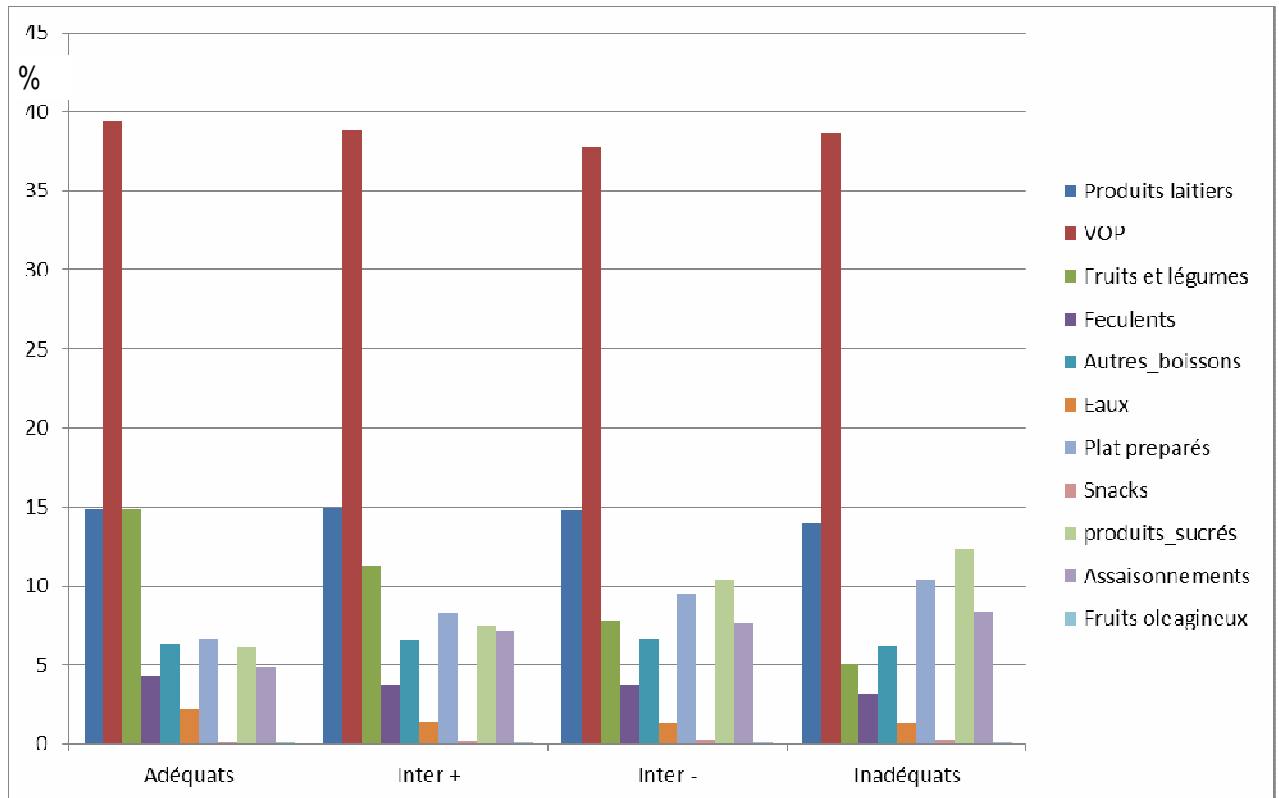
En estimant que passer d'une catégorie à une catégorie voisine reste concordant, alors on observe :  
 $(178+82+77+464+121+125+462+68+81+182)/1918 = 95,9\%$  de concordance. D'autres tests basés sur la comparaison des apports énergétiques et nutritionnels calculés soit à partir de la table complète soit à partir de la table simplifiée ont également été effectués mais ne sont pas présentés dans ce rapport.

**Tableau 18 Moyenne des impacts Carbone par famille d'aliments dans chaque groupe de qualité nutritionnelle – HOMMES (g eqCO<sub>2</sub>/jour)**

Régime alimentaire	Mangeurs « adéquats »		Intermédiaires +		Intermédiaires -		Mangeurs « inadéquats »		Total	
	n		294		273		108		776	
	moy	std	moy	std	moy	std	moy	std	moy	std
Fruits	386,71	252,88	272,46	217,33	140,64	141,53	69,60	83,16	212,72	209,94
Légumes	258,24	126,73	213,55	127,04	156,98	93,97	104,58	80,05	184,30	119,76
Fruits- Boissons	56,97	88,87	56,52	99,72	81,86	141,83	57,64	85,20	65,65	113,95
Féculent non-raffiné	90,87	71,79	67,65	50,16	61,52	44,33	52,12	38,70	66,35	51,26
Féculent raffiné	112,83	56,18	112,93	56,39	121,47	71,76	94,12	55,46	113,30	62,58
Fromages	371,91	262,99	444,12	336,03	470,01	379,34	425,08	355,96	441,18	347,23
Lait	123,67	185,08	106,65	187,47	133,16	250,52	107,56	176,50	118,32	210,20
Laitages	205,80	247,65	165,46	179,44	115,31	143,98	106,83	123,28	144,90	174,97
Charcuterie	192,27	180,95	237,45	236,30	273,12	245,73	301,93	258,56	253,09	238,34
Viande	979,99	579,41	1061,77	673,73	1045,74	651,88	1001,51	708,24	1037,10	658,92
Volaille-gibier	244,86	240,09	227,51	258,11	219,77	246,41	232,14	247,25	227,69	249,88
Œufs	95,22	104,44	95,35	101,31	92,38	112,76	63,99	95,19	89,92	105,41
Crustacés	166,13	284,38	87,83	221,05	95,21	216,02	103,99	321,86	102,87	245,39
Poissons gras	61,03	72,04	45,17	60,56	36,22	58,12	25,59	59,19	41,36	61,85
Poissons non-gras	122,06	133,44	109,92	151,77	78,16	131,46	40,90	88,80	90,72	137,22
Plat prep fec	1,27	3,74	1,93	6,82	1,70	6,55	1,04	3,71	1,64	6,04
Plat prep fec-leg	12,56	33,47	12,04	29,91	12,68	31,06	14,38	33,36	12,66	31,23
Plat prep-leg	41,04	44,90	35,38	41,90	14,20	24,84	7,68	13,66	24,81	36,38
Plat prep fec-viande	100,70	129,51	160,79	258,54	207,80	245,11	240,80	256,35	180,64	243,60
Plat prep leg-viande	23,35	59,89	32,60	80,39	16,76	46,31	21,11	54,38	24,22	64,15
Plat prep poisson	33,10	82,28	37,36	81,35	44,82	115,17	24,54	67,37	37,64	93,29
Plat prep fec-lait	20,20	51,36	11,68	29,30	24,86	48,24	22,55	41,32	18,94	41,85
Plat_prep fec-leg-viande	58,53	107,99	70,84	111,84	91,64	124,01	80,96	124,51	77,96	117,93
Plat prep viande-lait	27,16	53,52	35,13	76,12	50,24	79,60	64,26	95,11	43,46	78,55
Snack	5,50	10,11	6,62	13,02	11,19	24,87	13,33	25,76	9,02	19,85
Boissons	8,65	22,15	13,68	37,20	33,51	64,25	69,10	107,77	27,72	63,34
Sucres dérivés	26,87	25,11	31,51	30,84	42,57	41,99	46,55	40,21	36,89	36,49
Viennoiserie	38,83	54,70	40,93	65,28	71,46	94,14	71,26	79,12	55,62	78,82
Matière grasse Végétale	62,07	39,25	47,50	35,28	39,76	31,95	33,09	27,00	44,67	34,61
Matière grasse Animale	169,49	178,77	296,88	300,95	332,62	328,18	348,14	334,02	300,01	307,39
Eau du robinet	0,16	0,21	0,16	0,23	0,21	0,24	0,13	0,18	0,17	0,23
Eau minérale	106,79	127,19	67,18	81,99	63,53	92,59	59,17	84,86	69,94	94,03
Alcool	181,06	193,72	208,55	211,08	220,36	233,09	176,76	188,88	204,70	214,37
Sans alcool	117,24	100,50	111,49	79,54	105,16	82,44	107,27	81,68	109,42	83,78
Dessert	215,44	201,40	274,29	247,67	360,64	307,72	379,75	308,94	311,69	279,40
Nuts	3,44	9,88	3,79	10,91	3,72	11,36	3,23	10,39	3,64	10,85

**LEGENDE**

n – nombre d'individus par groupe  
Moy - moyenne  
Std – standard deviation (écart type)  
Std err – standard error (erreur standard)  
p – p-valeur  
MEAN - moyenne



**Figure 1 Contribution des catégories d'aliments à l'impact carbone total par groupe de qualité nutritionnelle – HOMMES (en %)**

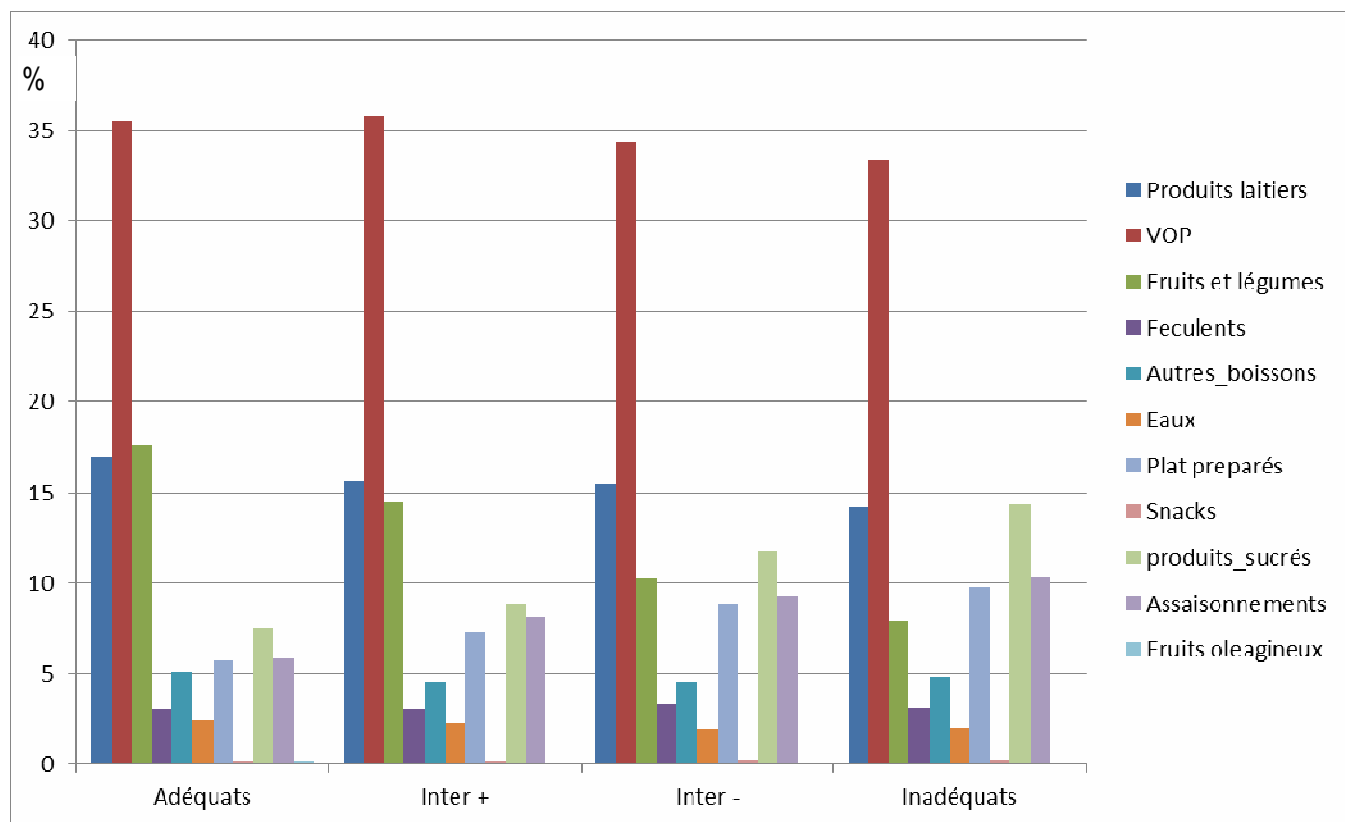


**Tableau 19 Moyenne des impacts Carbone par famille d'aliments dans chaque groupe de qualité nutritionnelle – FEMMES (g eqCO<sub>2</sub>/jour)**

Régime alimentaire	Mangeurs « adéquats »		Intermédiaires +		Intermédiaires -		Mangeurs « inadéquats »		Total	
	n	180	389	395	178	1142				
	moy	std	moy	std	moy	std	moy	std	moy	std
Fruits	357,83	214,35	274,99	201,47	153,47	137,38	106,00	92,94	219,68	190,93
Légumes	271,91	131,58	202,07	111,79	160,21	91,40	112,41	72,03	184,63	113,93
Fruits- Boissons	63,95	89,85	58,13	81,58	72,02	108,00	64,18	97,91	64,79	95,28
Féculent non-raffiné	62,74	48,56	50,99	37,80	51,17	34,00	43,73	31,98	51,77	37,99
Féculent raffiné	58,62	34,55	63,26	37,31	75,85	41,37	67,39	35,44	67,53	38,59
Fromages	248,23	178,85	273,46	231,12	322,72	251,97	305,51	290,33	291,52	242,81
Lait	154,66	212,67	97,38	161,50	123,84	175,72	99,17	171,36	115,84	177,77
Laitages	262,33	185,04	205,68	154,61	137,15	135,95	102,15	106,36	174,77	156,48
Charcuterie	111,03	122,70	127,72	137,52	171,43	167,23	162,37	158,23	145,61	151,35
Viande	676,57	461,01	712,15	433,63	693,99	442,67	712,14	494,44	700,26	450,61
Volaille-gibier	192,66	205,19	152,74	172,94	141,99	166,79	120,85	120,72	150,34	170,55
Œufs	88,50	88,05	81,45	95,92	77,18	95,35	57,61	64,78	77,37	90,68
Crustacés	136,51	312,87	100,75	314,38	103,48	225,16	55,62	141,56	100,30	264,77
Poissons gras	56,88	65,58	33,57	57,89	34,72	52,09	24,70	43,42	36,26	55,99
Poissons non-gras	133,09	143,46	114,47	132,37	73,18	101,24	57,10	97,59	94,18	122,27
Plat prep fec	0,86	3,40	1,16	4,54	1,21	4,77	1,23	4,81	1,14	4,50
Plat prep fec-leg	11,14	27,71	10,72	28,68	13,54	29,41	18,03	35,03	12,90	29,93
Plat prep-leg	40,74	43,55	41,22	44,59	15,94	22,78	10,55	15,78	27,62	37,07
Plat prep fec-viande	65,24	103,67	74,53	125,34	132,59	192,59	149,87	163,60	104,89	158,53
Plat prep leg-viande	19,87	51,08	26,81	74,37	15,91	44,78	16,13	49,99	20,28	58,26
Plat prep poisson	18,02	47,27	31,31	70,08	39,55	80,56	23,57	59,14	30,86	69,75
Plat prep fec-lait	13,74	31,00	13,90	34,30	18,69	35,20	21,35	38,39	16,69	34,87
Plat_prep fec-leg-viande	37,39	64,16	41,76	76,08	56,36	86,83	58,64	83,71	48,75	79,86
Plat prep viande-lait	17,24	39,95	25,55	48,10	42,11	65,65	48,66	75,13	33,57	59,38
Snack	5,13	12,11	4,83	13,46	8,41	18,10	8,72	17,31	6,72	15,73
Boissons	6,88	17,70	6,26	22,02	20,36	47,13	47,11	109,65	17,60	55,20
Sucres dérivés	22,44	20,85	24,49	23,86	37,69	32,03	42,18	30,58	31,49	28,67
Viennoiserie	40,06	55,09	37,75	57,55	62,00	71,43	59,15	68,51	49,84	64,98
Matière grasse Végétale	55,77	30,58	46,74	32,37	43,90	29,41	33,81	25,87	45,17	30,74
Matière grasse Animale	172,52	183,06	252,80	221,30	304,98	280,22	336,06	282,84	271,17	253,26
Eau du robinet	0,19	0,28	0,18	0,25	0,17	0,23	0,15	0,21	0,17	0,24
Eau minérale	92,71	91,22	82,76	93,26	72,51	88,85	71,45	84,06	79,02	90,24
Alcool	52,00	64,29	51,60	83,94	58,90	87,25	57,49	100,64	55,11	85,18
Sans alcool	149,27	127,49	115,29	93,16	113,89	100,35	114,25	99,45	120,00	103,31
Dessert	226,70	190,37	258,40	228,40	320,22	274,29	362,81	247,00	291,06	246,95
Nuts	4,15	12,24	2,23	6,25	2,19	7,50	1,11	6,82	2,35	8,01

**LEGENDE**

N – nombre d'individus par groupe  
Moy - moyenne  
Std – standard deviation (écart type)  
Std err – standard error (erreur standard)  
p – p-valeur  
MEAN - moyenne



**Figure 2 Contribution des catégories d'aliments à l'impact carbone total par groupe de qualité nutritionnelle – FEMMES (en %)**

**Tableau 20 Moyenne des impacts Carbone (g eqCO<sub>2</sub>/jour) par groupe de qualité nutritionnelle pour chaque sexe**

Sexe		N	MOY	STD	MIN	MAX
<b>HOMMES</b>	adéquats	101	4721,98	754,77	3319,30	6485,64
	inter +	294	4804,68	1272,86	827,07	8692,67
	inter -	273	4870,98	1313,38	1751,82	10255,31
	inadéquats	108	4572,69	970,84	1943,81	7682,02
<b>FEMMES</b>	adéquats	180	3927,54	751,60	1503,86	6906,39
	inter +	389	3699,09	1096,27	650,11	8360,10
	inter -	395	3773,51	1041,07	712,85	7066,61
	inadéquats	178	3573,24	673,13	1110,62	5864,97

Comme nous le montrent les tableaux 18 à 20, et sur la base des impacts Carbone retenus pour cette analyse, nous pouvons constater que la catégorie de produits qui a le plus fort impact carbone dans tous les régimes est la catégorie VOP (Viande-Œuf-Poisson), ce qui conforte les conclusions de la plupart des études internationales portant sur ce sujet. Les produits laitiers sont la deuxième catégorie de produits à contribuer fortement à l'impact carbone, suivie des fruits et légumes chez les mangeurs « adéquats » et les intermédiaires +, ou des produits sucrés et des plats préparés chez les mangeurs « inadéquats » et les intermédiaires -.

La consommation de fruits et légumes est souvent associée à un mode de vie considéré comme sain, et est recommandée sur le plan nutritionnel. Les résultats de l'étude montrent que l'impact carbone de cette catégorie de produits peut dans certains cas évaluer, voire dépasser, l'impact carbone des produits laitiers, du fait des quantités de fruits et légumes ingérées. Ceci est le cas pour les mangeurs « adéquats »

hommes et femmes, qui consomment deux à trois fois plus de fruits et légumes que les mangeurs « inadéquats », augmentant ainsi proportionnellement leur impact carbone final, même si, pris unitairement, les fruits et légumes ont un impact carbone moindre par rapport à un produit laitier.

Les produits sucrés, les plats préparés et les assaisonnements présentent une part importante dans l'impact carbone des mangeurs « inadéquats ». Ces produits présentent une densité énergétique plus importante que d'autres catégories de produits. Les plats préparés consommés chez les mangeurs « inadéquats » contiennent majoritairement des calories animales, ce qui augmente leur impact carbone. (voir tableaux spécifiques focus sur les plats préparés, donner les numéros correspondants quand ils seront stabilisés).

Si l'on entre dans le détail des familles, présenté dans les tableaux 18 et 19, des différences très significatives peuvent être observées dans la composition des impacts Carbone des différents régimes. Ainsi pour les mangeurs « adéquats » hommes, les familles dépassant 200 g eqCO<sub>2</sub>/jour sont les suivantes : la viande hors volaille (979), les fruits (386), les fromages (371), les légumes (258), la volaille (244) et les desserts (215). Pour les mangeurs « inadéquats », les familles dépassant les 200g eqCO<sub>2</sub>/jour sont les suivantes : la viande (1001), le fromage (425), les desserts (379), la matière grasse animale (348), la charcuterie (301), les plats préparés féculents-viande et la volaille (232).

Une typologie analogue se retrouve chez les femmes, avec les familles suivantes les plus impactantes : pour les mangeuses « adéquates », la viande (676 g eqCO<sub>2</sub>/jour) ; les fruits (357), les légumes (271), les laitages (hors lait, 262), le fromage (248) et les desserts (226) ; pour les mangeuses « inadéquates », la viande (712), les desserts (362), la matière grasse animale (336) et le fromage (305).

**Ces différents éléments mettent en évidence que si l'impact carbone global n'est pas significativement différent (au moins chez les hommes) entre mangeurs « adéquats » et « inadéquats », celui des différentes familles d'aliments est par contre très représentatif de la composition des régimes.**

**Tableau 21 Moyennes d'impact carbone par groupe de qualité nutritionnelle et sexe (g eqCO<sub>2</sub>/jour)**

Les analyses et les ajustements sont réalisés chez les hommes et chez les femmes séparément.

	Mangeurs « adéquats »		Intermédiaires +		Intermédiaires -		Mangeurs « inadéquats »		p
	Moy	std err	Moy	std err	Moy	std err	Moy	std err	
<b>HOMMES</b>	4721,98	118,87	4804,68	69,67	4870,98	72,30	4572,69	114,95	0,1596
<b>FEMMES</b>	3927,54	72,43	3699,09	49,27	3773,51	48,89	3573,24	72,84	0,0046
	<b>ajustées sur la quantité</b>								
<b>HOMMES</b>	4449,36	106,71	4801,68	61,59	4883,99	63,92	4802,92	102,82	0,0065
<b>FEMMES</b>	3658,79	65,22	3672,77	43,27	3850,64	43,12	3731,37	64,50	0,0157
	<b>ajustées sur l'énergie</b>								
<b>HOMMES</b>	4900,32	87,62	4975,69	51,63	4626,34	53,98	4558,78	84,47	<0,0001
<b>FEMMES</b>	4054,40	49,38	3900,85	33,96	3559,96	33,77	3477,94	49,60	<0,0001

De façon générale, la **composition moyenne de l'alimentation des hommes émet plus de gaz à effet de serre** que celle des femmes. Ceci est à mettre en relation avec les quantités journalières plus importantes ingérées par les sujets masculins, afin de satisfaire leurs besoins énergétiques.

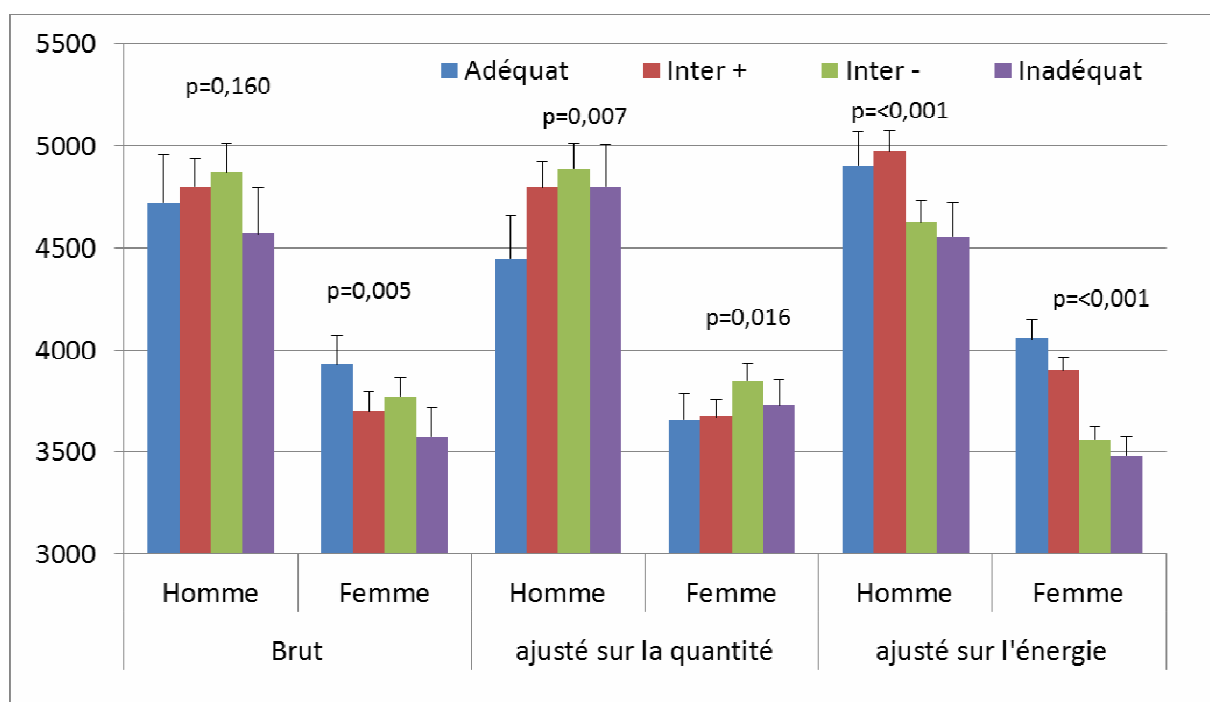
Le tableau 21 ci-dessus montre que **l'impact carbone est peu influencé par la qualité nutritionnelle des régimes**. Chez les hommes, les impacts Carbone des quatre groupes de qualité nutritionnelle ne sont pas différents (p=0,1596). Par contre chez les femmes, la différence est significative et c'est **l'alimentation des mangeuses « inadéquates » qui a un impact carbone plus faible** que celle des mangeuses « adéquates ». Les résultats ne vont donc pas dans le sens attendu de régimes plus sains qui seraient moins impactants.

L'ajustement de ces résultats bruts pour les apports énergétiques ou pour les quantités consommées montre que :

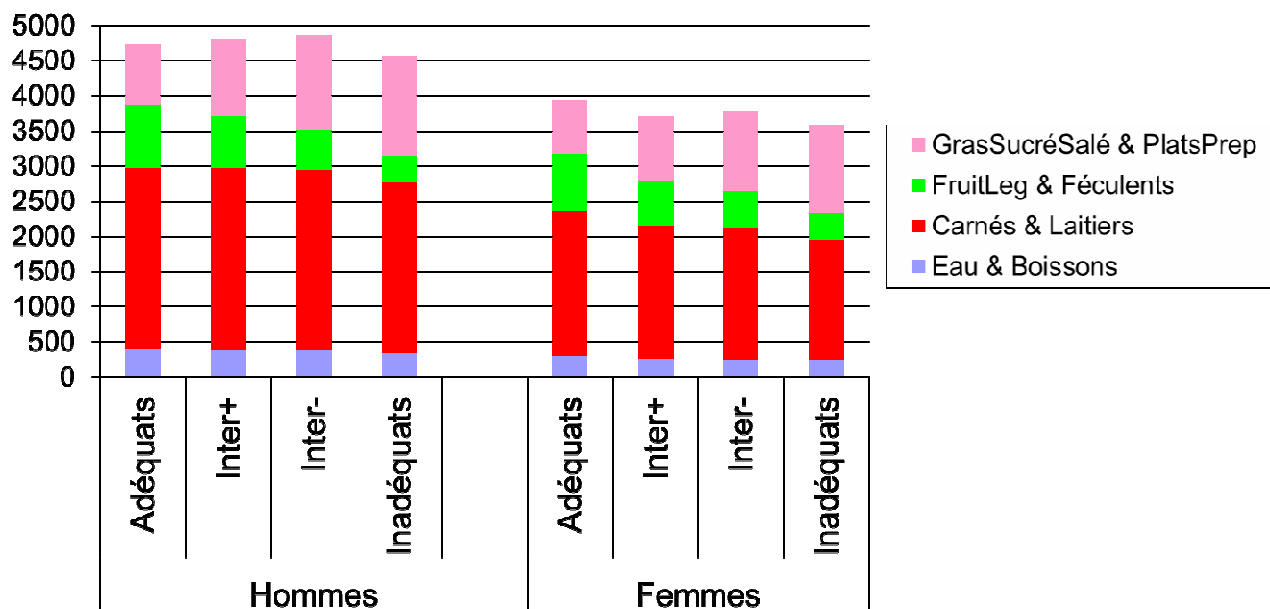
- lorsque c'est la quantité totale consommée qui est 'fixée', ce sont les groupes en adéquation avec les recommandations nutritionnelles (mangeurs « adéquats », hommes ou femmes) qui ont l'impact carbone le plus faible,
- lorsque ce sont les apports énergétiques qui sont fixés, ce sont les groupes en inadéquation avec les recommandations nutritionnelles (mangeurs « inadéquats », hommes ou femmes) qui ont le plus faible impact carbone.

Ceci est dû au fait que les **mangeurs « adéquats » ingèrent des quantités plus importantes d'aliments** que les mangeurs « inadéquats », car la qualité nutritionnelle est inversement corrélée à la densité énergétique des rations. Ainsi, même si l'alimentation des mangeurs « adéquats » est caractérisée par la prédominance d'aliments moins impactants tels que les féculents et les fruits et légumes, le fait qu'ils en mangent beaucoup explique qu'ils puissent avoir *in fine* une alimentation qui est aussi impactante, voire plus, que celle des mangeurs « inadéquats ».

Ces mêmes résultats sont présentés graphiquement dans la Figure 3 ci-après. Ils mettent en valeur les choix méthodologiques effectués dans le cadre de cette étude.



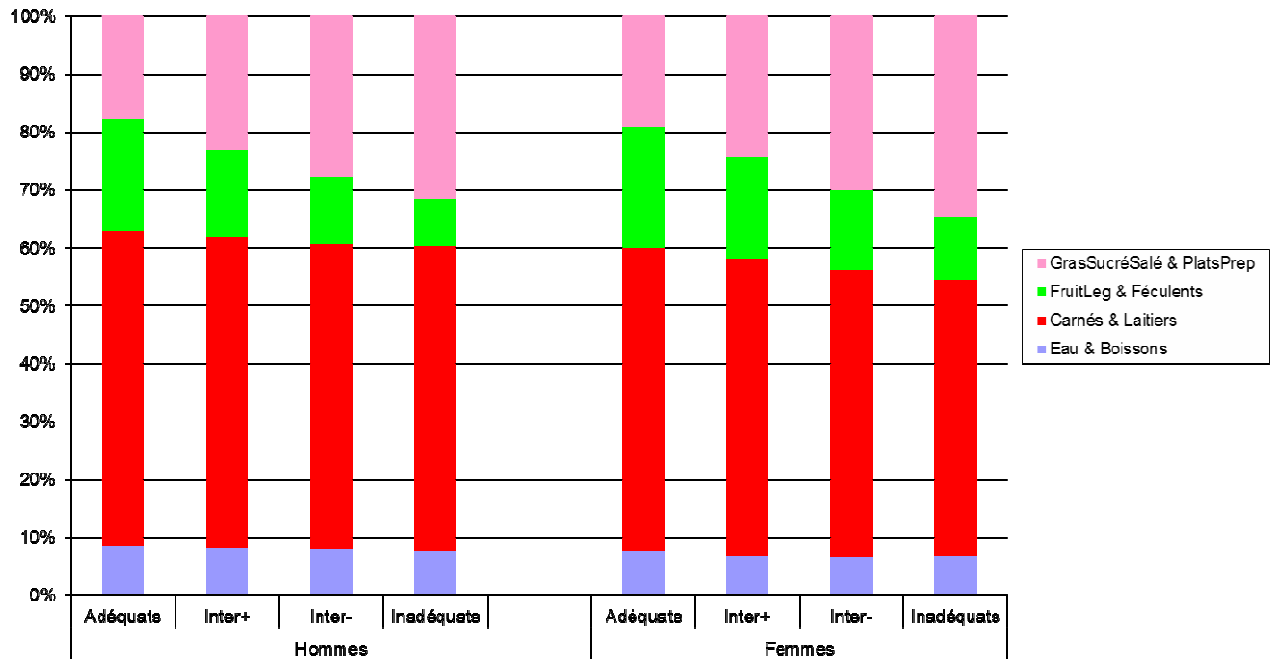
**Figure 3 Impact carbone moyen en fonction du groupe de qualité nutritionnelle et du sexe (en g eqCO<sub>2</sub>/jour) Avec ou sans ajustement sur la quantité et sur les apports énergétiques. Les analyses et les ajustements sont réalisés sexes séparés.**



**Figure 4 Contribution des regroupements de catégories d'aliments à l'impact carbone total de l'alimentation, en fonction du sexe et de la qualité nutritionnelle (en g eqCO<sub>2</sub>/personne.jour)**

La Figure 4 permet de visualiser l'impact carbone des regroupements suivants : eau et boissons (y compris alcoolisées) ; produits carnés et laitiers (produits exclusivement animaux) ; fruits, légumes et féculents (produits exclusivement végétaux), gras, sucré, salé, plats préparés, snacks (mélanges non-identifiés).

Aussi bien pour les femmes que pour les hommes, le plus grand impact carbone parmi ces regroupements de catégories revient d'abord à l'ensemble constitué des produits carnés et laitiers puis au regroupement des catégories gras-sucré-salé-plats préparés-snacks. Ces produits contribuent majoritairement à l'impact carbone global. Par contre, les regroupements eau-boissons et fruits-légumes-féculents représentent une contribution plus faible.



**Figure 5 Contribution des regroupements de catégories d'aliments à l'impact carbone total de l'alimentation, en fonction du sexe et de la qualité nutritionnelle (en %)**

La Figure 5 ci-dessus montre que les aliments à faible densité énergétique (ex. fruits, légumes, eau) contribuent faiblement à l'impact carbone total de l'alimentation (sauf pour les mangeurs « adéquats »). Elle indique par contre que les produits carnés et laitiers, ainsi que les produits sucrés, gras et les plats préparés, contribuent fortement à l'impact carbone.

## VII. LIMITES DE L'ÉTUDE

---

Comme indiqué précédemment, la méthode d'ACV est une approche largement répandue dans l'analyse des impacts environnementaux d'un produit ou d'un procédé. La principale limite de la méthode ACV est l'influence potentielle que peuvent avoir les hypothèses de départ et les choix effectués tout au long de l'étude sur le résultat final. Des hypothèses différentes sont susceptibles d'influencer l'impact carbone du produit et l'impact carbone global des régimes définis. Les impacts carbone des produits retenus, issus de références bibliographiques diverses, sont tous soumis à l'absence d'harmonisation des choix méthodologiques entre les études.

Les filières alimentaires, typiques de systèmes à multiples sorties de produits (par exemple l'élevage laitier : lait, viande de veau, viande de vache de réforme), sont très marquées par la question des allocations d'impacts (affectation des coproduits), qui concerne souvent les étapes de l'amont agricole et de la première transformation et fait l'objet d'hypothèses spécifiques à chaque étude.

Ainsi, les systèmes étudiés sont souvent différents d'une étude à l'autre, qu'il s'agisse du périmètre, du niveau de détail ou de l'unité fonctionnelle. Les méthodes de caractérisation des impacts utilisées peuvent également varier. Ces choix rendent délicate la comparaison entre les différentes études disponibles dans la littérature.

L'incertitude liée aux données Carbone, abordée dans les pages précédentes, est un paramètre important à prendre en compte dans l'interprétation des résultats obtenus. Elle représente également une limite de l'exercice à ce jour, mais pourra être diminuée avec l'amélioration des connaissances de l'impact carbone des produits alimentaires.

Les huit régimes alimentaires ont pu être identifiés grâce à une méthode spécifique développée par l'équipe INRA/INSERM de Marseille. En s'appuyant sur les données de consommation réelles issues de l'enquête INCA 2, des nouvelles répartitions statistiques ont été effectuées comme précisé dans la partie V, afin de permettre la définition des huit régimes.

La méthode utilisée pour « réduire » les consommations alimentaires réelles à la consommation de 74 aliments répartis dans 36 familles, a fait l'objet d'une analyse de sensibilité statistique, permettant de nous rassurer *a posteriori* sur la pertinence de l'approche.

Etant donné le faible nombre d'études ACV disponibles, il est difficile à ce stade de rassembler les impacts Carbone pour la phase de cuisson de chaque produit. Par contre, une valeur générique pourrait être définie pour chaque mode de cuisson associé à un groupe de produits. D'autres sources sont à mobiliser pour établir les impacts de la phase de cuisson avant de les intégrer dans le calcul final. Il paraît pertinent de prendre en compte cet impact dans le croisement avec les données nutritionnelles sur les quantités ingérées (et pas les quantités de produits bruts).

## ANALYSES DE SENSIBILITE

Dans une Analyse de Cycle de Vie, l'étape de la vérification a pour principal objectif d'établir et d'améliorer la confiance et la fiabilité des résultats finaux. Pour ce faire, trois éléments essentiels sont à considérer : la sensibilité, la complétude et la cohérence de l'étude. La réalisation de ces contrôles doit être cohérente notamment avec l'utilisation envisagée des résultats.

Le contrôle de sensibilité<sup>21</sup> vise à évaluer la fiabilité des résultats et la mesure dans laquelle ceux-ci sont affectés par les incertitudes accumulées au cours de l'étude. Elle comporte deux volets :

- Analyse d'incertitude - l'ensemble des incertitudes de l'étude, tant dans les données recueillies que dans les hypothèses, est pris en compte afin d'évaluer leur impact sur les résultats finaux de l'étude. Au terme de cette analyse, les résultats ne se présentent plus sous la forme d'une valeur donnée mais d'une distribution, dans le sens mathématique de loi de probabilité.

---

<sup>21</sup> *Méthodologie de l'Analyse de Cycle de Vie, Normes et méthodes courante*, Ecole des Mines de Paris/Armine, 2008

- Analyse de sensibilité – l'impact des différents choix réalisés au cours de l'étude est évalué, c'est-à-dire que les résultats d'ACV obtenus dans le cas de choix de données ou de méthodologie différents du choix de référence, sont comparés aux résultats de cette référence. Cette analyse permet donc d'identifier les hypothèses et choix réalisés au cours de l'étude et qui possèdent un impact important sur les résultats obtenus.

La cohérence de la méthode et des données demande en général une revue critique effectuée par un tiers expert de l'ACV. Le contrôle de la validité s'effectue en analysant la validité des hypothèses (méthodes, données ou procédés) prises au cours de l'étude et via l'introduction de l'incertitude dans les données primaires recueillies.

L'approche utilisée par ces analyses est quantitative. Il faut donc prendre en compte l'influence potentielle des incertitudes non mesurables ou des choix méthodologiques réalisés faute d'alternative. La réalisation de ces analyses fait partie de la suite des travaux liés à cette étude et permettra une meilleure interprétation des résultats obtenus.



## VIII. CONCLUSION ET QUESTIONS DE RECHERCHE

---

La présente étude de l'impact carbone d'une sélection de régimes alimentaires différenciés sur la base de leur qualité nutritionnelle a été l'occasion de croiser pour la première fois en France les données nutritionnelles de consommation réelle avec les impacts Carbone. Le rapport final présente en grandes lignes l'impact de notre alimentation (hors phase domestique et gestion des déchets) sur le réchauffement climatique et démontre qu'un régime alimentaire bon sur le plan nutritionnel peut avoir un impact carbone équivalent, voire plus élevé qu'un régime nutritionnel moins bon. Il accentue l'importance de la prise en compte des quantités consommées par produit sur l'impact carbone global d'un régime et apporte un éclairage différent de ceux de la plupart des études internationales.

Grâce à la coopération entre les différentes institutions porteuses du projet, il a été possible de constituer une base de données des impacts Carbone de 74 produits alimentaires les plus consommés en France couvrant les phases suivantes : production agricole-transformation-emballage-transport-distribution en magasin en France.

Pour la réalisation de l'étude, nous nous sommes appuyés sur les données Carbone disponibles actuellement dans la littérature internationale et sur deux sources nationales. Or, comme précisé précédemment, les études sources sont peu nombreuses, même inexistantes pour certains produits, se fondent sur les hypothèses diverses (périmètre, UF, impacts environnementaux pris en compte, ...) et présentent différents niveaux de détail dans l'analyse finale.

Il en résulte une grande variabilité de résultats possibles et donc une incertitude quant à la pertinence des données Carbone retenues pour notre étude. De ce fait, les conclusions de ce rapport sont à manier avec précaution et devraient donner lieu aux approfondissements dont voici quelques exemples.

Cette première édition devra être suivie par une révision des données Carbone en fonction de l'avancée des publications françaises et internationales et des travaux dans le cadre de l'affichage environnemental en France. Ce travail devrait permettre une re-évaluation des moyennes Carbone prises en compte en élargissant le nombre de références Carbone sources et ainsi d'évaluer avec une meilleure prise en compte des incertitudes l'impact carbone des différents régimes alimentaires identifiés.

Les données nutritionnelles sont établies pour les grammes par jour de matière réellement ingérée. Ils supposent alors la cuisson des produits bruts disponibles en magasin. Le périmètre de notre étude carbone s'arrête à la sortie du magasin et ne prend pas en compte la phase domestique, à savoir le déplacement du consommateur pour ses achats, le stockage au froid et la préparation culinaire. Or, l'impact carbone des plats préparés achetés tient déjà compte de la phase de préparation culinaire (industrielle ou artisanale). Par souci de cohérence, l'impact carbone de la phase de cuisson/préparation maison des produits bruts devrait être intégré dans l'impact carbone de chaque produit nécessitant la préparation culinaire (ex. steak haché, pâtes alimentaires, riz...) avant d'être consommé.

Il sera pertinent d'analyser les pratiques domestiques entre les régimes définis dans cette étude et de voir dans quelle mesure elles ont une influence sur les différences d'impact carbone des régimes.

En ce qui concerne la phase de transport des clients (entre le magasin et le domicile du consommateur), elle n'a pas été prise en compte dans cette étude. Quoiqu'elle représente un impact carbone important dans la chaîne alimentaire globale, elle est variable selon le mode de transport et la distance parcourue par le consommateur et n'est pas directement liée à la nature des produits alimentaires consommés.<sup>22</sup> Des hypothèses de type de transport pourraient être établies, s'appuyant par exemple sur le Guide des facteurs d'émission de l'ADEME<sup>23</sup> pour établir les impacts Carbone relatifs et compléter le périmètre de l'étude.

La prise en compte de la phase domestique et du transport client pour l'impact carbone des régimes nécessite l'élaboration d'une méthode permettant d'affecter les impacts Carbone des pratiques : entre les différents membres de la famille qui consomment un plat ensemble, dans l'espace temporel (par exemple lorsqu'une partie du plat cuisiné est stockée au froid et consommée ultérieurement) et entre des finalités supplémentaires d'une pratique (par exemple les finalités d'un déplacement en voiture pour faire les courses alimentaires, aller au travail, chercher un enfant de l'école etc.). Plus globalement, ces

---

<sup>22</sup> À titre d'exemple, l'impact du transport clients équivaut pour deux tiers à celui de la distribution (de l'entrepôt au magasin), selon le Bilan Carbone de Casino 2007.

<sup>23</sup> ADEME Bilan Carbone, *Guide des facteurs d'émission*, Version 5, Janvier 2007

déterminants font partie des modes de vie des ménages et des rythmes de vie des différents membres. L'analyse de la gestion ménagère consécutive est en effet pertinente pour l'analyse des impacts environnementaux de l'alimentation.

Les impacts du transport et du type d'emballage par produit pourraient également faire l'objet d'une étude plus détaillée. Leur analyse permettrait également de traiter la question de l'impact carbone des produits importés hors saison contre leur stockage nécessitant de l'énergie et des gaz frigorigènes contribuant au réchauffement climatique.

De façon générale, l'analyse de l'impact environnemental des régimes alimentaires requiert des investigations complémentaires, en particulier pour compléter les données de base des impacts des aliments qui restent à ce jour éparpillées et variables selon les méthodologies utilisées. Il s'agira entre autres de :

- Développer en France une base de données publique d'impacts environnementaux des produits agricoles (projet en cours dans le cadre de l'affichage environnemental – agriBALYSE) et des produits transformés
- Développer les études ACV comparatives, c'est-à-dire à périmètre, unité fonctionnelle et unité de mesure et mode de production égaux, et élargir leur périmètre aux autres impacts environnementaux liés spécifiquement aux produits agricoles – ex. consommation d'eau, utilisation du sol, préservation de la biodiversité...
- Développer les études ACV comparatives par produit sur les modes de production différents (ex. agriculture conventionnelle, agriculture biologique).
- Développer les études d'impact des différents modes de production sur les ressources naturelles et l'autonomie alimentaire du pays producteur à l'aide d'outils tels que l'empreinte écologique ou le water footprint.
- Questionner les limites des différentes méthodes d'analyses environnementales en termes d'indicateurs (ex. réfléchir en fonction de la récolte par ha/gCO<sub>2</sub>) et en termes de méthode pour limiter l'incertitude.
- Identifier les volumes du gaspillage alimentaire et des pertes tout au long de la chaîne et identifier leur impact carbone.
- Analyser l'impact des comportements post-achat (cuisson, stockage, gaspillage alimentaire...).

L'intérêt de la présente étude est de se baser sur des régimes effectivement observés. Ce cadre d'analyse est particulièrement pertinent ; on pourrait toutefois, une fois les données Carbone revisitées et la base étoffée par les analyses supplémentaires, tester d'autres hypothèses de régimes alimentaires. Par exemple, une comparaison entre un régime très carné et un régime végétarien ou encore simuler le suivi de recommandations basées sur les aliments (PNNS) ou les nutriments (ANC) et en déduire la variation de l'impact carbone associée au respect de ces recommandations pour l'ensemble de la population française.

Il pourrait être intéressant de tester une typologie des régimes construite sur la base des impacts Carbone. Une comparaison entre leur qualité nutritionnelle et leur impact carbone pourrait être ainsi effectuée.

## BIBLIOGRAPHIE MOBILISÉE

---

### FICHES PRODUITS issues des consultations duALIne

- Fiches de produits ont été constituées dans le cadre de duALIne sur les impacts économiques, environnementaux et sociaux d'une première sélection de produits.
- Pour leur renseignement, un état de l'art bibliographique a été amorcé et des consultations d'experts par filière (privés et publics) ont été mises en place.
- Des conventions de confidentialité ont été proposées aux industriels participant à l'exercice pour garantir le bon traitement des données confiées.
- Très peu de résultats exploitables pour notre étude ont été obtenus par cette voie.

### ETUDES MOBILISEES POUR RASSEMBLER LES IMPACTS CARBONE

#### ETUDES GLOBALES

- FCD/ADEME/ANIA, 2010
- Bilan Carbone Casino, 2010
- Öko Institut, *Treibhausgasemissionen durch Erzeugung und Verarbeitung von Lebensmitteln*, 2007
- LCAFoodDatabase, ProBas Base de données Allemagne
- *How low can we go? An assessment of greenhouse gas emissions from the UK food system and the scope to reduce them by 2050*, Cranfield University, Murphy-Bokern Konzepte, Ecometrica UK pour WWF-UK, 2010
- Defra Project FO0103 *Comparative Life Cycle Assessment of Food Commodities Procured for UK Consumption through a diversity of Chains*, Williams, A.G., Pell E., Evans D, Moorhous E., Watkiss P., 2008
- *Life Cycle Assessment across the Food Supply chain*, Morgensen, Hermansen, Halberg, Dalgaard, 2008/LCAfood
- [http://www.barillacfn.com/uploads/file/72/1277905159\\_PositionPaper\\_BarillaCFN\\_Double-Pyramid.pdf](http://www.barillacfn.com/uploads/file/72/1277905159_PositionPaper_BarillaCFN_Double-Pyramid.pdf)

#### ETUDES SPECIFIQUES

##### Produits laitiers

- "Environmental /ecological Impact of the dairy Sector : Literature review on dairy products for an inventory of key issues", *Bulletin of the International Dairy Federation*, 436, 2009
- Büsser, S., Jungbluth, N., *LCA of Yoghurt Packed in Polystyrene Cup and Aluminium-Based Lidding*, ESU 2009

##### VOP (Viande-Œuf-Poisson)

###### Viande

- Dalgaard R ; Halberg N, Hermansen JE, *Danish pork production – An environmental assessment*, Faculty of Agricultural Science DJF Animal Science NO82, 2007

###### Poissons

- Ellingsen, H., Olaussen, J.O., Utne, I.B., "Environmental analysis of the Norwegian fishery and aquaculture industry – A preliminary study focusing on farmed salmon", *Marine Policy* 33 (3) (2008), 479-788,
- Tyedmers, P., Garret, A., "CO<sub>2</sub> emissions - case studies in selected seafood product chains", *Seafish Briefing Paper*, 2008
- Hospido A., Tyedmers, P., "Life cycle environmental impacts of Spanish tuna fisheries", *Fisheries Research* 76 (2005) 174–186

##### Fruits et Légumes

- Yoshikawa, N., Amano, K., Shimada, K., "Evaluation of environmental Loads Related to fruit and vegetable consumption using the Hybrid LCA method", In *Life Cycle Assessment VIII*, September 30-October 2, 2008, Seattle, Washington

##### Féculents

- Kasmaprpuet, S. *et al.*, "Life cycle assessment of Milled rice production: case study in Thailand", *European Journal of Scientific Research*, 30 (2) (2009), 195-203

### Autres boissons

- Point, Emma V., *Life cycle environmental impacts of wine production and consumption in Nova Scotia, Canada*, Submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Environmental Studies at Dalhousie University Halifax, Nova Scotia, December 2008
- Doublet, G., Jungbluth, N., *Life Cycle Assessment of drinking Darjeeling tea; Conventional and organic Darjeeling tea*; ESU Services, 2010

### Eau

- Jungbluth, N., *Ecobilan Eau potable - Eau minérale*; ESU Services, 2006

### RAPPORTS GLOBAUX

- ESCO - *Les comportements alimentaires – Quels en sont les déterminants ? Quelles actions, pour quels effets ?*, synthèse de l'expertise scientifique collective réalisée par l'INRA à la demande du Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche, 2010
- *European food system in a changing world*, European Science Foundation, COST, 2009
- *Setting the table, Advice to Government on priority elements of sustainable diets*, Sustainable Development Commission, UK, 2009
- *How low can we go ? An assessment of greenhouse gas emissions from the UK food systems and the scope for reduction by 2050*, WWF-UK et Food Climate Research Network, 2009
- *A Literature Review of Life Cycle Assessment in Agriculture*, Rural Industries Research and Development Corporation, Australian Gouvernement, 2009
- *L'alimentation des populations modestes et défavorisées – Etat des lieux dans un contexte de pouvoir d'achat difficile*, D. Poisson, 2008
- *Does the Swedish consumer's choice of food influence greenhouse gas emissions ?*, A. Wallén, N.Brandt, R. Wennersten, Dep of Chemical Engineering and Technology, Royal Institute of Technology, Sweden, 2008
- *Food Matters, Towards a strategy for the 21st century*, Cabinet office, Gouvernement UK, 2008
- *The environmental sustainability of household food consumption in Austria : A socio-economic analysis*, A. Pack, Wegener Center, 2007
- *Environmental Impacts of Food Production and Consumption*, Manchester Business School, Defra, 2006
- *EIPRO – Environmental Impact of products related to the final consumption of the EU-25*, Union Européenne, 2006
- Caillavet F, Darmon N, Lhuissier A, Régnier F, 2005. « L'alimentation des populations défavorisées en France : synthèse des travaux dans les domaines économique, sociologique et nutritionnel », in *Les travaux de l'Observatoire National de la Pauvreté et de l'Exclusion Sociale 2005-2006*, La documentation Française.  
<http://lesrapports.ladocumentationfrancaise.fr/BRP/064000163/0000.pdf>
- *Environmental Impacts from Swedish Food Production and Consumption*, R. Engström, thesis, Royal Institute of Technology, 2004

### RAPPORTS ETUDIANT IMPACT DES PLATS/REGIMES

- J. Davis, U. Sonesson, D. U. Baumgartner, T. Nemecek, *Environmental impact of four meals with different protein sources : Case studies in Spain and Sweden*, 2009
- A. Carlsson-Kanyama, A.D. Gonzalez, *Potential contributions of food consumption patterns to climate change*, The American Journal of Clinical Nutrition, 2009
- L Baroni, L. Cenci, M. Tettamanti, M. Barati ; *Evaluating the environmental impact of various dietary patterns combined with different food production systems*, 2008
- JM Katajajuuri et al. *Environmental impacts of different food products and their contribution to the environmental impacts of Finish consumption*, MTT Agrifood Research Finland et Finnish Environment Institute, 2008
- J. Davis, U. Sonesson – *Life cycle assessment of integrated food chains – a Swedish case study of two chicken meals, LCA for energy systems and food products : case study*, International Journal LCA, 2008
- F. Duchin, *Sustainable Consumption of food – A framework for Analyzing Scenarios about changes in diets*, 2005

- U. Sonesson, B. Mattsson, T. Nybrant, T. Ohlsson ; *Industrial Processing vs Home Cooking : An environmental comparison between three ways to prepare a meal*, AMBIO, Journal of the human environment, 2005
- A. Wallén, N. Brandt R. Wennersten, *Does the Swedish consumer's choice of food influence greenhouse gas emissions ?*; Elsevier, Environmental Science & Policy, 2004
- A. Carlsson-Kanyama, M.P. Ekström, H. Shanahan, *Food and life cycle energy inputs : consequences of diet and ways to increase efficiency*, Elsevier, Ecological Economics, 2002
- S. Nonhebel, H.C. Moll, *Evaluation of options for reduction of greenhouse gas emissions by changes in household consumption patterns*, IVEM nr 106, 2001
- A. Carlsson-Kanyama, *Climate change and dietary choices – how can emissions of greenhouse gases from food consumption be reduced ?*, 1998
- K.J. Kramer, H.C Moll, S. Nonhebel, H. C. Wilting, *Greenhouse gas emissions related to Dutch food consumption*, Elsevier, Energy Policy, 1998

## ANNEXES

Annexe I Apports journaliers moyens en énergie et en nutriments, densité énergétique et contribution énergétique des produits végétaux à l'alimentation par sexe et selon les quatre groupes de qualité nutritionnelle contrastée

**Tableau 22** Apports journaliers moyens en énergie et en nutriments, densité énergétique et contribution énergétique des produits végétaux à l'alimentation selon les quatre groupes de qualité nutritionnelle contrastée pour les hommes

Si ProbF < 0,05, alors il y a une différence significative entre les 4 valeurs d'une même ligne

Entre parenthèses les effectifs dans chaque groupe	adéquat (101)		inter + (294)		inter - (273)		inadéquat (108)		ProbF
	moyenne	sd	moyenne	sd	moyenne	sd	moyenne	sd	
Apports par jour									
Quantité (g)	<b>3012,85</b>	763,89	<b>2654,43</b>	772,34	<b>2633,16</b>	764,27	<b>2344,40</b>	573,36	0,0000
Energie (Kj)	<b>9345,39</b>	1113,91	<b>9358,34</b>	2391,11	<b>10543,16</b>	2848,56	<b>9879,18</b>	1145,12	0,0000
Energie (Kcal)	<b>2225,36</b>	263,81	<b>2230,34</b>	569,35	<b>2513,11</b>	678,03	<b>2356,14</b>	272,39	0,0000
Eau (g)	<b>2514,04</b>	763,58	<b>2169,00</b>	693,90	<b>2095,51</b>	679,34	<b>1851,34</b>	552,64	0,0000
Protéines (g)	<b>99,86</b>	15,49	<b>97,67</b>	24,86	<b>103,94</b>	28,61	<b>94,20</b>	18,11	0,0014
Fibres (g)	<b>23,51</b>	6,02	<b>20,04</b>	6,80	<b>18,84</b>	6,56	<b>15,13</b>	3,94	0,0000
Sucres ajoutés (g)	<b>31,96</b>	18,33	<b>40,08</b>	26,37	<b>57,35</b>	38,15	<b>72,59</b>	38,65	0,0000
Glucides (g)	<b>256,22</b>	54,70	<b>245,03</b>	79,30	<b>278,83</b>	95,98	<b>252,72</b>	55,11	0,0000
Sucres (g)	<b>97,39</b>	28,50	<b>93,57</b>	40,14	<b>102,30</b>	51,16	<b>105,68</b>	41,27	0,0312
Amidon (g)	<b>154,18</b>	50,33	<b>147,04</b>	52,85	<b>170,18</b>	68,45	<b>140,67</b>	39,30	0,0000
Lipides (g)	<b>88,08</b>	14,23	<b>94,86</b>	26,56	<b>108,55</b>	30,44	<b>107,18</b>	18,65	0,0000
Acides gras saturés (g)	<b>32,97</b>	6,35	<b>38,81</b>	13,09	<b>46,07</b>	15,31	<b>46,78</b>	8,51	0,0000
Acides gras monoinsaturés (g)	<b>32,12</b>	7,71	<b>34,04</b>	10,71	<b>38,43</b>	11,25	<b>37,55</b>	7,70	0,0000
Acides gras polyinsaturés (g)	<b>15,10</b>	5,92	<b>13,93</b>	5,45	<b>14,65</b>	6,06	<b>13,98</b>	6,53	0,2339
Cholesterol (mg)	<b>354,03</b>	103,96	<b>379,93</b>	125,60	<b>418,09</b>	139,13	<b>397,86</b>	114,61	0,0000
Alcool (g)	<b>0,04</b>	0,14	<b>0,06</b>	0,36	<b>0,05</b>	0,15	<b>0,06</b>	0,18	0,9078
Sodium (mg)	<b>3341,81</b>	662,65	<b>3379,17</b>	1084,35	<b>3682,21</b>	1253,66	<b>3236,83</b>	839,69	0,0003
Magnésium (mg)	<b>344,02</b>	84,30	<b>302,07</b>	90,84	<b>314,16</b>	100,29	<b>269,89</b>	51,00	0,0000
Phosphore (mg)	<b>1429,55</b>	235,00	<b>1356,79</b>	344,70	<b>1460,27</b>	408,74	<b>1326,51</b>	211,95	0,0003
Potassium (mg)	<b>3550,53</b>	618,87	<b>3179,25</b>	836,93	<b>3003,48</b>	793,91	<b>2580,18</b>	440,72	0,0000
Calcium (mg)	<b>1013,61</b>	321,97	<b>931,97</b>	323,27	<b>1009,75</b>	391,71	<b>885,15</b>	239,76	0,0015
Fer (mg)	<b>13,76</b>	2,98	<b>13,55</b>	5,03	<b>14,09</b>	5,92	<b>12,68</b>	3,38	0,0948
Manganèse (mg)	<b>3,58</b>	1,41	<b>2,96</b>	1,07	<b>3,08</b>	1,30	<b>2,43</b>	0,71	0,0000
Cuivre (mg)	<b>1,73</b>	0,72	<b>1,56</b>	0,80	<b>1,61</b>	0,79	<b>1,23</b>	0,26	0,0000
Zinc (mg)	<b>12,05</b>	2,61	<b>11,70</b>	3,17	<b>13,06</b>	3,79	<b>11,80</b>	2,60	0,0000
Sélénium (µg)	<b>63,46</b>	13,20	<b>57,41</b>	17,58	<b>58,95</b>	19,15	<b>51,22</b>	13,40	0,0000
Iode (µg)	<b>139,97</b>	42,83	<b>131,27</b>	52,67	<b>137,49</b>	51,34	<b>119,94</b>	43,96	0,0079
Rétinol (µg)	<b>781,17</b>	937,80	<b>791,37</b>	977,74	<b>857,00</b>	947,38	<b>662,05</b>	472,50	0,3064
Bêta-carotène (µg)	<b>4418,50</b>	2504,54	<b>3801,99</b>	2119,52	<b>2727,76</b>	1757,20	<b>1738,52</b>	1207,58	0,0000

Vitamine A (µg)	<b>1517,59</b>	983,02	<b>1425,04</b>	1106,77	<b>1311,62</b>	1030,43	<b>951,80</b>	520,73	0,0001
Vitamine D (µg)	<b>3,11</b>	1,50	<b>2,82</b>	2,88	<b>2,77</b>	2,08	<b>2,33</b>	1,48	0,0995
Vitamine E (mg)	<b>13,56</b>	5,85	<b>11,55</b>	5,40	<b>11,32</b>	5,12	<b>10,44</b>	5,30	0,0003
Vitamine C (mg)	<b>121,71</b>	49,14	<b>98,93</b>	51,07	<b>83,31</b>	52,42	<b>56,40</b>	27,55	0,0000
Vitamine B1 (mg)	<b>1,40</b>	0,29	<b>1,33</b>	0,46	<b>1,40</b>	0,47	<b>1,23</b>	0,25	0,0023
Vitamine B2 (mg)	<b>2,09</b>	0,52	<b>2,00</b>	0,63	<b>2,09</b>	0,72	<b>1,84</b>	0,41	0,0026
Vitamine B3 (mg)	<b>22,11</b>	4,66	<b>20,67</b>	6,87	<b>21,24</b>	7,44	<b>18,90</b>	4,30	0,0025
Vitamine B5 (mg)	<b>6,62</b>	1,19	<b>6,19</b>	1,91	<b>6,22</b>	2,08	<b>5,46</b>	1,14	0,0000
Vitamine B6 (mg)	<b>2,13</b>	0,45	<b>1,92</b>	0,69	<b>1,85</b>	0,64	<b>1,55</b>	0,35	0,0000
Vitamine B9 (µg)	<b>352,12</b>	80,71	<b>314,01</b>	102,25	<b>298,13</b>	101,13	<b>237,03</b>	51,55	0,0000
Vitamine B12 (µg)	<b>7,14</b>	5,33	<b>6,51</b>	4,62	<b>6,67</b>	4,58	<b>5,31</b>	2,29	0,0179
Sucres libres (g)	<b>38,04</b>	19,19	<b>45,44</b>	28,86	<b>65,48</b>	43,74	<b>79,08</b>	40,36	0,0000
MAR (% d'adéquation)	<b>90,82</b>	3,23	<b>84,64</b>	9,71	<b>84,22</b>	11,18	<b>79,43</b>	6,09	0,0000
MER (% d'excès)	<b>22,65</b>	10,76	<b>37,68</b>	30,27	<b>60,72</b>	43,64	<b>63,93</b>	21,29	0,0000
Densité énergétique (kcal/100g solides)	<b>142,81</b>	20,64	<b>155,07</b>	17,69	<b>193,61</b>	21,03	<b>212,48</b>	25,92	0,0000
Sucres libres (% de l'énergie)	<b>6,87</b>	3,45	<b>7,98</b>	4,24	<b>10,09</b>	5,44	<b>13,51</b>	6,67	0,0000
Protéines (% de l'énergie)	<b>18,01</b>	2,33	<b>17,73</b>	2,83	<b>16,76</b>	2,64	<b>16,03</b>	2,63	0,0000
Glucides (% de l'énergie)	<b>45,77</b>	6,18	<b>43,60</b>	6,59	<b>43,86</b>	6,48	<b>42,79</b>	7,27	0,0084
Lipides (% de l'énergie)	<b>35,84</b>	5,61	<b>38,41</b>	5,51	<b>39,18</b>	5,66	<b>41,02</b>	6,02	0,0000
AGS (% de l'énergie)	<b>13,44</b>	2,71	<b>15,60</b>	3,00	<b>16,49</b>	3,13	<b>17,94</b>	2,98	0,0000
Energie végétale (% de l'énergie)	<b>50,90</b>	10,75	<b>43,68</b>	10,22	<b>37,42</b>	12,16	<b>29,67</b>	10,64	0,0000
Quantité végétale (% de la quantité)	<b>35,58</b>	10,39	<b>33,00</b>	9,58	<b>26,37</b>	9,35	<b>21,03</b>	8,36	0,0000
Alcool (g)	<b>18,16</b>	19,06	<b>20,62</b>	20,28	<b>21,75</b>	21,72	<b>17,92</b>	18,72	0,2598

**Tableau 23** Apports journaliers moyens en énergie et en nutriments, densité énergétique et contribution énergétique des produits végétaux à l'alimentation selon les quatre groupes de qualité nutritionnelle contrastée pour les femmes

Si ProbF < 0,05, alors il y a une différence significative entre les 4 valeurs d'une même ligne

Entre parenthèses les effectifs dans chaque groupe	adéquat (180)		inter + (389)		inter - (395)		inadéquat (178)		ProbF
	moyenne	sd	moyenne	sd	moyenne	sd	moyenne	sd	
Apports par jour									
Quantité (g)	<b>2930,8</b>	725,6	<b>2549,8</b>	764,7	<b>2387,2</b>	756,5	<b>2259,8</b>	605,0	0,0000
Energie (Kj)	<b>7248,6</b>	1086,7	<b>7049,3</b>	2142,1	<b>8132,0</b>	2139,3	<b>7823,3</b>	946,0	0,0000
Energie (Kcal)	<b>1727,1</b>	258,7	<b>1680,4</b>	510,5	<b>1939,4</b>	510,4	<b>1865,6</b>	224,4	0,0000
Eau (g)	<b>2544,2</b>	714,8	<b>2183,1</b>	706,6	<b>1975,6</b>	694,8	<b>1867,8</b>	589,5	0,0000
Protéines (g)	<b>78,0</b>	14,3	<b>71,5</b>	20,6	<b>76,3</b>	20,3	<b>69,5</b>	12,6	0,0000
Fibres (g)	<b>19,6</b>	5,0	<b>16,5</b>	6,2	<b>15,2</b>	5,1	<b>12,7</b>	3,0	0,0000
Sucres ajoutés (g)	<b>28,8</b>	14,0	<b>32,2</b>	20,8	<b>48,0</b>	25,1	<b>61,4</b>	38,2	0,0000
Glucides (g)	<b>188,8</b>	42,9	<b>182,6</b>	65,4	<b>210,8</b>	64,8	<b>206,7</b>	47,8	0,0000
Sucres (g)	<b>89,6</b>	23,0	<b>82,5</b>	36,3	<b>89,1</b>	36,3	<b>94,4</b>	38,3	0,0010
Amidon (g)	<b>95,6</b>	32,0	<b>96,3</b>	38,7	<b>116,5</b>	40,0	<b>106,2</b>	29,5	0,0000
Lipides (g)	<b>72,4</b>	14,7	<b>73,0</b>	24,0	<b>87,3</b>	26,6	<b>84,1</b>	14,2	0,0000
Acides gras saturés (g)	<b>25,8</b>	5,6	<b>29,2</b>	10,7	<b>36,6</b>	12,4	<b>36,6</b>	6,8	0,0000
Acides gras monoinsaturés (g)	<b>27,8</b>	7,9	<b>26,2</b>	9,8	<b>30,7</b>	10,1	<b>29,4</b>	6,1	0,0000
Acides gras polyinsaturés (g)	<b>12,6</b>	4,7	<b>11,5</b>	5,4	<b>13,0</b>	5,9	<b>11,3</b>	4,3	0,0001
Cholesterol (mg)	<b>269,8</b>	83,7	<b>282,6</b>	119,9	<b>323,2</b>	111,4	<b>303,2</b>	71,8	0,0000
Alcool (g)	<b>0,0</b>	0,1	<b>0,0</b>	0,1	<b>0,0</b>	0,1	<b>0,1</b>	0,2	0,1185
Sodium (mg)	<b>2438,3</b>	556,0	<b>2423,6</b>	871,6	<b>2688,7</b>	868,9	<b>2540,0</b>	804,5	0,0000
Magnésium (mg)	<b>306,2</b>	110,5	<b>254,4</b>	81,6	<b>252,7</b>	75,1	<b>228,4</b>	42,4	0,0000
Phosphore (mg)	<b>1197,2</b>	193,2	<b>1068,2</b>	332,8	<b>1126,8</b>	300,3	<b>1038,1</b>	177,9	0,0000
Potassium (mg)	<b>3182,4</b>	610,8	<b>2681,3</b>	800,4	<b>2488,1</b>	655,6	<b>2179,9</b>	351,1	0,0000
Calcium (mg)	<b>973,2</b>	236,4	<b>844,5</b>	316,1	<b>843,6</b>	304,8	<b>775,0</b>	239,3	0,0000
Fer (mg)	<b>12,7</b>	4,8	<b>10,8</b>	4,7	<b>11,4</b>	4,0	<b>9,9</b>	2,2	0,0000
Manganèse (mg)	<b>3,4</b>	1,5	<b>2,7</b>	1,3	<b>2,6</b>	1,1	<b>2,2</b>	0,8	0,0000
Cuivre (mg)	<b>1,7</b>	0,9	<b>1,4</b>	0,8	<b>1,3</b>	0,6	<b>1,1</b>	0,3	0,0000
Zinc (mg)	<b>9,5</b>	2,0	<b>8,7</b>	2,9	<b>9,4</b>	2,9	<b>8,7</b>	1,9	0,0000
Sélénium (µg)	<b>53,9</b>	12,5	<b>47,1</b>	16,0	<b>47,0</b>	14,3	<b>40,1</b>	9,0	0,0000
Iode (µg)	<b>132,6</b>	44,9	<b>118,1</b>	56,9	<b>114,9</b>	42,1	<b>97,6</b>	23,4	0,0000
Rétinol (µg)	<b>547,9</b>	706,7	<b>645,6</b>	836,0	<b>661,6</b>	731,7	<b>561,6</b>	479,4	0,2044
Bêta-carotène (µg)	<b>4740,8</b>	2360,6	<b>3819,4</b>	2303,1	<b>2820,3</b>	1614,7	<b>2103,5</b>	1608,5	0,0000
Vitamine A (µg)	<b>1338,1</b>	794,7	<b>1282,2</b>	975,5	<b>1131,6</b>	814,6	<b>912,2</b>	528,4	0,0000
Vitamine D (µg)	<b>2,7</b>	1,6	<b>2,5</b>	4,3	<b>2,4</b>	1,5	<b>1,9</b>	1,1	0,0371
Vitamine E (mg)	<b>12,4</b>	4,6	<b>10,6</b>	5,3	<b>11,3</b>	5,5	<b>9,3</b>	3,8	0,0000
Vitamine C (mg)	<b>127,6</b>	55,8	<b>100,9</b>	51,9	<b>82,4</b>	45,1	<b>64,7</b>	32,1	0,0000
Vitamine B1 (mg)	<b>1,3</b>	0,6	<b>1,1</b>	0,5	<b>1,1</b>	0,4	<b>1,0</b>	0,2	0,0000



Vitamine B2 (mg)	<b>1,9</b>	0,4	<b>1,7</b>	0,6	<b>1,7</b>	0,5	<b>1,5</b>	0,4	0,0000
Vitamine B3 (mg)	<b>18,6</b>	7,0	<b>15,8</b>	5,9	<b>15,9</b>	5,0	<b>14,2</b>	3,3	0,0000
Vitamine B5 (mg)	<b>5,7</b>	1,3	<b>5,0</b>	1,6	<b>5,0</b>	1,5	<b>4,4</b>	1,1	0,0000
Vitmine B6 (mg)	<b>1,8</b>	0,5	<b>1,6</b>	0,6	<b>1,5</b>	0,5	<b>1,3</b>	0,3	0,0000
Vitmine B9 (µg)	<b>330,3</b>	81,1	<b>273,1</b>	105,4	<b>255,9</b>	86,2	<b>204,5</b>	44,7	0,0000
Vitamine B12 (µg)	<b>5,6</b>	4,5	<b>5,1</b>	4,4	<b>5,2</b>	3,8	<b>4,1</b>	2,6	0,0049
Sucres libres (g)	<b>34,4</b>	15,2	<b>37,7</b>	23,7	<b>54,6</b>	28,2	<b>67,6</b>	39,3	0,0000
MAR (% d'adéquation)	<b>88,0</b>	4,4	<b>78,9</b>	13,3	<b>79,6</b>	12,8	<b>74,7</b>	6,1	0,0000
MER (% d'excès)	<b>8,3</b>	6,1	<b>17,5</b>	19,3	<b>33,2</b>	28,3	<b>38,5</b>	23,0	0,0000
Densité énergétique (kcal/100g solides)	<b>126,2</b>	19,4	<b>137,7</b>	20,4	<b>180,2</b>	21,7	<b>197,3</b>	27,3	0,0000
Sucres libres (% de l'énergie)	<b>8,0</b>	3,6	<b>8,7</b>	4,3	<b>11,1</b>	4,6	<b>14,4</b>	7,5	0,0000
Protéines (% de l'énergie)	<b>18,3</b>	3,2	<b>17,4</b>	3,1	<b>15,9</b>	2,5	<b>15,0</b>	2,5	0,0000
Glucides (% de l'énergie)	<b>43,5</b>	6,3	<b>43,1</b>	6,1	<b>43,4</b>	6,1	<b>44,1</b>	7,1	0,3632
Lipides (% de l'énergie)	<b>37,7</b>	5,6	<b>39,1</b>	5,4	<b>40,4</b>	5,6	<b>40,7</b>	6,1	0,0000
AGS (% de l'énergie)	<b>13,5</b>	2,7	<b>15,6</b>	3,0	<b>16,9</b>	2,9	<b>17,7</b>	3,1	0,0000
Energie végétale (% de l'énergie)	<b>48,7</b>	9,9	<b>44,0</b>	10,3	<b>37,1</b>	9,8	<b>31,9</b>	9,6	0,0000
Quantité végétale (% de la quantité)	<b>31,1</b>	8,6	<b>30,4</b>	9,8	<b>25,3</b>	8,5	<b>21,4</b>	7,3	0,0000
Alcool (g)	<b>5,7</b>	7,1	<b>5,7</b>	9,6	<b>6,5</b>	9,5	<b>5,8</b>	9,3	0,6465

Annexe II Consommations moyennes de chaque famille d'aliments par sexe et selon les quatre groupes de qualité nutritionnelle contrastée (en g/jour)

**Tableau 24** Consommations moyennes de chaque famille d'aliments selon les quatre groupes de qualité nutritionnelle contrastée pour les hommes (en g/jour)

Si ProbF < 0,05, alors il y a une différence significative entre les 4 valeurs d'une même ligne.

Si ProbF < 0,05 et trend < 0,05, alors il y a des différences significatives et ces différences suivent une tendance linéaire entre les 4 valeurs d'une même ligne (augmentation ou diminution selon les cas)

**POUR LES HOMMES**

fam	Adéquats	Inter +	Inter -	Inadéquats	ProbF	trend
<b>Fruits</b>	282,47	199,01	102,73	50,84	0,0000	0,0000
<b>Legumes</b>	186,26	154,03	113,23	75,43	0,0000	0,0000
<b>Fruits Boissons</b>	48,69	48,30	69,97	49,27	0,2412	0,6381
<b>Feculent_non_raffine</b>	124,68	92,82	84,42	71,51	0,0000	0,0000
<b>Feculent_raffines</b>	209,38	209,56	225,41	174,66	0,0000	0,0017
Fromages	35,00	41,80	44,24	40,01	0,0018	0,0049
Lait	87,71	75,64	94,44	76,28	0,0016	0,0150
Laitages	100,44	80,76	56,28	52,14	0,0000	0,0000
Charcuterie	24,72	30,53	35,12	38,82	0,0000	0,0001
Viande	72,01	78,02	76,84	73,59	0,8093	0,5459
Volaille_Gibier	39,83	37,01	35,75	37,76	0,0005	0,0000
Oeufs	16,77	16,79	16,27	11,27	0,0074	0,0010
Crustaces	10,28	5,44	5,89	6,44	0,0366	0,0053
Poissons_Gras	15,99	11,83	9,49	6,71	0,0000	0,0000
Poissons_Non_Gras	17,76	16,00	11,37	5,95	0,0000	0,0000
<b>Plat_prep_fec</b>	2,35	3,58	3,14	1,92	0,8307	0,4256
<b>Plat_prep_fec_leg</b>	6,44	6,17	6,50	7,37	0,0435	0,0156
<b>Plat_prep_leg</b>	131,47	113,37	45,49	24,61	0,0000	0,0000
Plat_prep_fec_viande	26,04	41,59	53,74	62,28	0,0000	0,0000
Plat_prep_leg_viande	6,69	9,34	4,80	6,05	0,0455	0,2421
Plat_prep_poisson	7,70	8,69	10,42	5,71	0,0026	0,2703
Plat_prep_fec_lait	9,18	5,31	11,30	10,25	0,0410	0,0148
Plat_prep_fec_leg_viande	30,80	37,28	48,23	42,61	0,0047	0,0025
Plat_prep_viande_lait	8,59	11,12	15,90	20,33	0,0000	0,0000
Biscuit apéro	2,13	2,56	4,34	5,16	0,0019	0,0049
Boissons	23,37	36,98	90,57	186,74	0,0000	0,0000
Sucres_derives	27,52	32,28	43,60	47,67	0,0000	0,0000
<b>Viennoiserie</b>	16,64	17,54	30,62	30,54	0,0000	0,0001
<b>Matiere_Grasse_V</b>	31,27	23,93	20,03	16,67	0,0000	0,0000
Matiere_Grasse_A	8,36	14,65	16,42	17,18	0,0000	0,0000
Eau_du_robinet	313,80	327,39	412,16	267,47	0,4500	0,1246
Eau_Minerales	593,25	373,25	352,94	328,71	0,0434	0,0116
Alcool	217,95	251,04	265,26	212,77	0,6103	0,3909
Sans_Alcool	426,76	405,84	382,79	390,47	0,0006	0,0015
dessert	48,41	61,64	81,04	85,34	0,0000	0,0000
<b>Nuts</b>	1,26	1,39	1,37	1,19	0,0036	0,0004

Nous avons dû inclure les céréales petits déjeuners dans les viennoiseries. Dans cette catégorie d'aliment, seule cette famille est comptabilisée comme végétale

**Tableau 25** Consommations moyennes de chaque famille d'aliments selon les quatre groupes de qualité nutritionnelle contrastée pour les femmes (en g/jour)

Si ProbF < 0,05, alors il y a une différence significative entre les 4 valeurs d'une même ligne.

Si ProbF < 0,05 et trend < 0,05, alors il y a des différences significatives et ces différences suivent une tendance linéaire entre les 4 valeurs d'une même ligne (augmentation ou diminution selon les cas)

**POUR LES FEMMES**

fam	Adéquats	Inter +	Inter -	Inadéquats	ProbF	trend
<b>Fruits</b>	261,37	200,86	112,10	77,43	0,0000	0,0000
<b>Legumes</b>	196,13	145,75	115,56	81,08	0,0000	0,0000
<b>Fruits_Boissons</b>	54,66	49,68	61,55	54,85	0,2412	0,6381
<b>Feculent_non_raffine</b>	86,08	69,97	70,21	60,01	0,0000	0,0000
<b>Feculent_raffines</b>	108,78	117,40	140,75	125,06	0,0000	0,0017
Fromages	23,36	25,74	30,37	28,75	0,0018	0,0049
Lait	109,69	69,06	87,83	70,33	0,0016	0,0150
Laitages	128,04	100,39	66,94	49,86	0,0000	0,0000
Charcuterie	14,28	16,42	22,04	20,88	0,0000	0,0001
Viande	49,72	52,33	51,00	52,33	0,8093	0,5459
Volaille_Gibier	31,34	24,85	23,10	19,66	0,0005	0,0000
Oeufs	15,59	14,34	13,59	10,15	0,0074	0,0010
Crustaces	8,45	6,24	6,41	3,44	0,0366	0,0053
Poissons_Gras	14,90	8,79	9,10	6,47	0,0000	0,0000
Poissons_Non_Gras	19,37	16,66	10,65	8,31	0,0000	0,0000
<b>Plat_prep_fec</b>	1,59	2,14	2,24	2,27	0,8307	0,4256
<b>Plat_prep_fec_leg</b>	5,71	5,50	6,94	9,25	0,0435	0,0156
<b>Plat_prep_leg</b>	130,51	132,05	51,08	33,81	0,0000	0,0000
Plat_prep_fec_viande	16,87	19,28	34,29	38,76	0,0000	0,0000
Plat_prep_leg_viande	5,69	7,68	4,56	4,62	0,0455	0,2421
Plat_prep_poisson	4,19	7,28	9,20	5,48	0,0026	0,2703
Plat_prep_fec_lait	6,25	6,32	8,49	9,71	0,0410	0,0148
Plat_prep_fec_leg_viande	19,68	21,98	29,66	30,86	0,0047	0,0025
Plat_prep_viande_lait	5,45	8,08	13,32	15,40	0,0000	0,0000
Biscuit apéro	1,99	1,87	3,26	3,38	0,0019	0,0049
Boissons	18,60	16,91	55,03	127,33	0,0000	0,0000
Sucres_derives	22,98	25,08	38,60	43,19	0,0000	0,0000
<b>Viennoiserie</b>	17,17	16,18	26,57	25,35	0,0000	0,0001
<b>Matiere_Grasse_V</b>	28,09	23,55	22,11	17,03	0,0000	0,0000
Matiere_Grasse_A	8,51	12,48	15,05	16,59	0,0000	0,0000
Eau_du_robinet	375,08	363,08	340,60	301,53	0,4500	0,1246
Eau_Minerales	515,04	459,79	402,83	396,93	0,0434	0,0116
Alcool	62,59	62,11	70,91	69,20	0,6103	0,3909
Sans_Alcool	543,36	419,67	414,57	415,87	0,0006	0,0015
dessert	50,94	58,07	71,96	81,53	0,0000	0,0000
<b>Nuts</b>	1,52	0,82	0,81	0,41	0,0036	0,0004

Nous avons dû inclure les céréales petits déjeuners dans les viennoiseries. Dans cette catégorie d'aliment, seule cette famille est comptabilisée comme végétale.