

Rapport

L'Algorithme du Système d'Etiquetage Nutritionnel Simplifié (SENS)

Développement, description et validation

L'Algorithme du Système d'Etiquetage Nutritionnel Simplifié (SENS) : développement, description et validation

Document rédigé par le Groupe de Travail "Algorithme du SENS"

Composition du Groupe de Travail :

- Nicole Darmon

Adresse : Unité Mixte de Recherche INRA/INSERM/AMU "Nutrition Obésité & Risque Thrombotique" (NORT), Faculté de Médecine de la Timone, Marseille

Formation/Expertise : HDR ("La nutrition quantitative"), PhD Nutrition Humaine, Ingénieur Biochimie industrielle et Agroalimentaire, Epidémiologiste de la nutrition, membre du GT AFSSA sur le développement du système SAIN,LIM.

Fonctions actuelles : Directrice de Recherche à l'INRA

Rôle dans le GT : Responsable scientifique du projet de développement et validation de l'algorithme du SENS

- Matthieu Maillot

Adresse : MS-Nutrition, Faculté de Médecine de la Timone, Marseille

Formation/Expertise : PhD Nutrition Humaine, Ingénieur biostatisticien et modélisateur, Epidémiologiste de la nutrition. Expert sur la question des profils nutritionnels (premiers travaux en 2003), MM a contribué aux travaux du GT AFSSA sur le développement du système SAIN,LIM.

Fonctions actuelles : Créateur de la start-up MS-Nutrition (Modélisation et Statistiques pour la Nutrition)

Rôle dans le GT : Chargé du développement, de l'application et de la validation de l'algorithme du SENS

- Véronique Braesco

Adresse : VAB-nutrition. 1, rue Claude Danziger 63100 Clermont-Ferrand

Formation/Expertise : PhD nutrition humaine, HDR ; anciennement : directrice de recherche INRA, responsable de la recherche en Nutrition du Groupe Danone, membre du GT AFSSA sur le développement du système SAIN,LIM.

Fonctions actuelles : Fondatrice et directrice de la société de conseil « VAB-nutrition ». www.vab-nutrition.com

Rôle dans le GT : Appui scientifique et opérationnel au développement de l'algorithme du SENS

- Emilie Tafournel

Adresse : FCD – 12 rue Euler, Paris 8^{ème}.

Formation/Expertise : Ingénieur agro, microbiologique et sécurité des aliments. Expert réglementation, qualité tous secteurs alimentaires (grande distribution, industrie, restauration). Anciennement formatrice et consultante société HACCP Groupe (sécurité des aliments, réglementation, microbiologie, hygiène des aliments, normalisation). Membre du comité de suivi PNNS/Po, du COT OQALI, du CNA, du CNC et de différentes commissions de normalisation AFNOR.

Fonctions actuelles : Directrice qualité FCD

Rôle dans le GT : Coordination du COPIL industrie distribution, suivi des travaux du GT « algorithme » pour le collège distribution.

Table des matières

AVANT-PROPOS.....	6
1. Description de l'algorithme du SENS.....	8
1.1. Principes généraux.....	8
1.2. Description détaillée de l'algorithme du SENS.....	11
2. Mise en œuvre du SENS.....	16
2.1. Caractérisation des produits alimentaires.....	16
2.2. Seuils minimum pour simplifier le calcul du SENS, seuils maximum pour limiter les enrichissements.....	19
2.3. Mise à disposition des classements SENS pour les produits du CIQUAL et pour des produits réels.....	20
3. Développement et rationnel de l'algorithme du SENS.....	21
3.1. Processus de développement de l'algorithme du SENS à partir du système SAIN,LIM.....	21
3.1.1. Rappel sur les systèmes SAIN,LIM de l'AFSSA et SAINcat,LIM d'OPTIMED.....	21
3.1.2. Historique des évolutions de l'algorithme et justification de l'algorithme final.....	27
4. Validation de l'algorithme du SENS et de la hiérarchie des 4 classes du SENS.....	39
4.1. Classement des aliments de la base CIQUAL en fonction de l'algorithme du SENS.....	39
4.2. Classement des aliments réels en fonction de l'algorithme du SENS.....	45
4.3. Validation sur diètes observées : relation entre la qualité nutritionnelle de l'alimentation des adultes (dans l'étude INCA2) et leur consommation d'aliments appartenant aux 4 classes du SENS.....	50
4.3.1. Les 4 classes du SENS dans les diètes observées.....	50
4.3.2. Relation entre la qualité nutritionnelle de l'alimentation des adultes (dans l'étude INCA2) et leur consommation d'aliments appartenant aux 4 classes du SENS.....	51
4.4. Validation sur diètes optimisées.....	55
4.5. Portions et fréquences de consommation des aliments des 4 classes dans les rations observées et modélisées.....	57
5. Conclusion.....	60
5.1. Résumé des résultats et discussion générale.....	60
5.1.1. Développement de l'algorithme du SENS.....	60
5.1.2. Éléments de validation de l'algorithme du SENS.....	61
5.2. Intérêt et limites.....	63
5.3. Evolutions souhaitées à plus long terme pour dépasser les limites identifiées.....	65
ANNEXE 1. Le SENS pratique.....	70
ANNEXE 2. Rationnel et développement de l'algorithme du SENS.....	73
ANNEXE 3. Adaptation des données du Ciqua 2013 pour l'application du système SENS.....	74
ANNEXE 4. Principe de la modélisation individuelle de rations et modèle utilisé pour la validation du SENS.....	75
ANNEXE 5. Tailles de portions utilisées dans les analyses par catégorie d'aliments.....	78

Table des illustrations

Figure 1. Classement des aliments par le système SENS	15
Figure 2. Positionnement d'aliments génériques courants sur le plan SAIN,LIM et répartition en quatre classes.....	24
Figure 3. Projection des aliments sur le plan SAIN,LIM avec les couleurs du 5C.	28
Figure 4. La version V1 de l'algorithme	30
Figure 5. Aliments projetés sur le plan des scores A et C du Ofcom, avec les couleurs du 5C	32
Figure 6. Distribution de la densité énergétique (kcal/100g) des aliments CIQUAL dans les 4 classes du SENS (hors eaux et boissons), N=1127	44
Figure 7. Distribution du ratio calcium/lipides totaux (mg/g) dans les classes du SENS pour la catégorie des fromages du CIQUAL, N=105	45
Figure 8. Produits de marque distributeur. Distribution de la densité énergétique (kcal/100g) dans les 4 classes du SENS (N=211 hors eaux et boissons).....	47
Figure 9. Distribution du ratio calcium/lipides totaux (mg/g), pour les classes 2, 3 et 4 pour 83 références de fromages commercialisés.....	49
Figure 10. Contribution moyenne au poids total et à l'énergie totale des quatre classes du SENS dans les diètes observées (N=1719)	51
Figure 11. Pourcentages d'individus pour lesquels les hypothèses de hiérarchie entre les 4 classes du SENS étaient vérifiées A) en contributions énergétiques; B) en contributions pondérales, pour chaque groupe de diètes de qualité nutritionnelle croissante (n= 1719 adultes 20-75ans normodéclarants de l'enquête INCA2)	54
Figure 12. Répartition énergétique des classes du SENS AVANT et APRES optimisation nutritionnelle	56
Figure 13. Les fréquences, par classe du SENS dans les rations observées et optimisées	58

Tableau 1. Nutriments spécifiques des catégories (NutCat), valeurs de références (Ref _{NutCat}) et coefficients de pondération (Pond.)	12
Tableau 2. Classement des aliments selon leurs scores SAIN _{SENS} et LIM _{SENS}	15
Tableau 3. Données nutritionnelles nécessaires au classement selon le SENS	17
Tableau 4. Seuils minimum et maximum	19
Tableau 5. Nutriments spécifiques à prendre en compte dans le calcul du score SAINcat pour chaque catégorie d'aliments OPTIMED (25)	25
Tableau 6. Forces et faiblesses des systèmes SAIN,LIM et 5C en vue d'une utilisation pour un étiquetage nutritionnel simplifié.....	29
Tableau 7. Comparaison entre les valeurs de référence utilisées dans le SAIN,LIM de l'AFSSA (2) et les AQR de la réglementation européenne (4).	34
Tableau 8. Comparatif des classements avec la V18, la V19 (le SENS) et le 5C de plats cuisinés réels	36
Tableau 9. Positionnement des plats cuisinés réels avec la V19 (le SENS) et le 5C	36
Tableau 10. Classement des aliments CIQUAL avec le SAIN,LIM AFSSA et l'algorithme du SENS, selon les catégories MS-Nutrition.....	37
Tableau 11. Répartition des aliments CIQUAL en fonction des classes du SENS, par catégorie CIQUAL	40

Tableau 12. Répartition des aliments CIQUAL en fonction des classes du SENS, par catégorie d'aliments MS-Nutrition.....	41
Tableau 13. Liste des catégories, par ordre décroissant du nombre de classes dans lesquelles elles sont distribuées	43
Tableau 14. Corrélations de Spearman entre le SAINSENS, le LIMSENS et la densité énergétique (DE, kcal/100g), n=1256.....	44
Tableau 15. Répartition de 220 produits d'une marque distributeur en fonction des classes du SENS et par catégorie d'aliments	46
Tableau 16. Répartition des boissons selon les différentes classes du SENS.....	47
Tableau 17. Distribution des fromages	48
Tableau 18. Exemples de discrimination de plats préparés de même nature à l'aide du SENS	49
Tableau 19. Quantités moyennes en poids et en énergie, et contribution du poids total et de l'énergie totale des classes du SENS dans les diètes observées (N=1719)	51
Tableau 20. Contribution énergétique (en % des calories hors alcool) des 4 classes du SENS, dans les 4 groupes de diètes de qualité nutritionnelle croissante (n= 1719 adultes 20-75ans normodéclarants de l'enquête INCA2).	52
Tableau 21. Contribution pondérale (% poids total de la diète) des 4 classes du SENS, dans les 4 groupes de diètes de qualité nutritionnelle croissante (n= 1719 adultes 20-75ans normodéclarants de l'enquête INCA2).	53
Tableau 22. Pourcentages d'individus pour lesquels les hypothèses de hiérarchie entre les 4 classes du SENS étaient vérifiées, pour chaque groupe de diètes de qualité nutritionnelle croissante (n= 1719 adultes 20-75ans normodéclarants de l'enquête INCA2).	53
Tableau 23. Quantités moyennes en poids et en énergie, et contribution au poids total et à l'énergie totale, des quatre classes du SENS dans les diètes observées et modélisées (N=1719)	55
Tableau 24. Pourcentage d'individus pour lesquels la variation de la quantité d'énergie entre les diètes modélisées et observées, par classe de SENS, évoluent comme les hypothèses testées (N=1719).....	56
Tableau 25. Minimum, 1er quartile, médiane, 3ème quartile et maximum des tailles de portion des aliments CIQUAL (hors eaux, N=1200) par classe de SENS	57
Tableau 26. Poids moyens (en g/j) et nombre de portions moyen par jour des classes du SENS dans les diètes observées et modélisées (N=1719).....	58
Tableau 27. Pourcentage d'individus pour lesquels la variation de la fréquence entre les diètes modélisées et observées, par classe de SENS, évoluent comme l'évolution moyenne (N=1719).....	59

Liste des abréviations

AFFSA, Agence française de sécurité sanitaire des aliments
AGMI, Acides Gras Mono-Insaturés
AGS, acides gras saturés
ALA, acide Alpha-Linolénique
ANC, Apports Nutritionnels Conseillés
ANSES, Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
AQR, Apports Quotidiens de Référence
CNA, Conseil National de l'Alimentation
COPIL, comité de pilotage
CS, Conseil Scientifique
DE, densité énergétique
DGS, Direction Générale de la Santé
DRAFF-PACA, Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt de la région Provence Alpes Côte d'Azur
ENNS, Etude Nationale Nutrition Santé
FCD, Fédération du Commerce et de la Distribution
F&L, fruits et légumes
GEMRCN, Groupement d'Etude des Marchés en Restauration Collective et de Nutrition
GT, groupe de travail
INCA, Etude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires
INCO, Règlement UE n°1169/2011
IFN, Institut Français pour la Nutrition
LIM_{SEN}, score des nutriments disqualifiants ou score des nutriments à LIMiter
NHANES, National Health and Nutrition Examination Survey
OMS, Organisation Mondiale de la Santé
OQALI, section nutritionnelle chargée des questions relatives à l'offre et aux caractéristiques des aliments de l'Observatoire de l'Alimentation
PME, petites et moyennes entreprises
PNNS, Programme national nutrition santé
RMT, Réseau Mixte Technologique
SAIN_{SEN}, Score d'Adéquation Individuel aux recommandations Nutritionnelles
SENS, Système d'Etiquetage Nutritionnel simplifié
SL, sucres libres

AVANT-PROPOS

Contexte réglementaire en France et en Europe

L'étiquetage nutritionnel fait l'objet d'une double actualité législative, en Europe et en France. Au niveau européen, le règlement UE n°1169/2011 (dit INCO) sur l'information du consommateur est entré en application le 13 décembre 2014. Il rend obligatoire l'étiquetage d'une déclaration nutritionnelle sur les denrées alimentaires préemballées et autorise des formes complémentaires d'expression graphique de type logo en prévoyant que les États membres puissent recommander aux exploitants du secteur alimentaire d'utiliser une ou plusieurs de ces expressions complémentaires.

En France, le projet de loi de Santé qui devrait prochainement être adopté prévoit dans son article 5 :

- « Afin de faciliter l'information du consommateur et pour l'aider à choisir en toute connaissance de cause, sans préjudice des dispositions des articles 9, 16 et 30 du règlement (UE) N°1169/2011 du parlement européen et du conseil du 25 octobre 2011 concernant l'information des consommateurs sur les denrées alimentaires, la déclaration nutritionnelle peut être accompagnée d'une présentation ou d'une expression au moyen de graphiques et symboles au sens de l'article 35 du même règlement. »
- « Les modalités selon lesquelles les recommandations de l'autorité administrative prévues au 2 de l'article 35 sont établies, sont définies, après avis de l'Agence nationale de la sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail et du Conseil National de l'Alimentation, par décret en Conseil d'Etat... »

Cet article, prévoit donc, sur un mode volontaire, la mise en place en face avant des packagings alimentaires, d'un système d'information nutritionnel complémentaire.

Engagement historique des opérateurs

Le secteur de la grande distribution et les industriels ont mis en place depuis plus de dix ans différentes actions dans le domaine de la nutrition. Un état des lieux de ces actions a d'ailleurs été dressé en 2013 (Livre blanc nutrition Fédération du Commerce et de la Distribution (FCD), disponible sur demande et transmis à l'OQALI en 2013).

Les principales actions mises en œuvre sont : la reformulation des produits, la création de nouvelles gammes pour s'adapter aux besoins spécifiques de certaines catégories de consommateurs (gamme bébé, bio, sans gluten, etc.), l'étiquetage nutritionnel dans le but d'améliorer la visibilité et la compréhension du consommateur, et le développement de supports de communication pour promouvoir la nutrition auprès des consommateurs et des collaborateurs.

Ainsi, depuis 2004, avant que l'étiquetage nutritionnel ne devienne obligatoire via le règlement INCO, les opérateurs avaient mis en place, de manière volontaire des étiquetages nutritionnels mais également des recommandations nutritionnelles, ainsi que des repères de consommation ou l'incitation à la pratique d'activité physique.

Proposition initiale de Carrefour

En 2013, à l'issue d'une série de consultations auprès des administrations, industriels, scientifiques et clients, Carrefour a proposé le système AQuelleFrequence, basé sur une approche positive de l'alimentation. Celui-ci a été rendu public avant le dépôt du projet de loi santé en septembre 2014.

Carrefour a ensuite proposé d'ouvrir son système aux autres opérateurs, distributeurs et industriels, via la FCD, y compris aux distributeurs concurrents, afin qu'il puisse faire l'objet d'une large concertation et soit modifié en conséquence. Le système a été profondément remanié et amélioré depuis 2013.

Engagement des opérateurs au sein du COPIL FCD/industriels

En mars 2015, la FCD a publiquement soutenu l'article 5 du projet de loi, et fait le choix de rendre public son engagement à développer un système permettant de fournir une information volontaire simple, compréhensible, sincère et non stigmatisante.

L'objectif était de proposer un système alternatif au système 5C, dont les principes et les caractéristiques ne faisaient pas consensus, tant au niveau des opérateurs, que des scientifiques.

Début 2015, la FCD a donc mis en place un comité de pilotage (COPIL) regroupant les entreprises (enseignes, fédérations et entreprises industrielles) qui ont souhaité s'investir et participer activement au développement du système commun.

Quatre axes de développement ont été identifiés :

1. Mise en place d'un conseil scientifique ayant pour missions d'apporter conseil et soutien scientifique lors des différentes phases de développement du projet.
2. Mise en place d'un travail approfondi permettant de développer et de valider l'algorithme du nouveau système (formule des scores, seuils de classification). Ce travail a été réalisé par l'équipe de recherche de **Nicole Darmon** (INRA, UMR NORT Marseille), **Matthieu Maillot** (société MS nutrition) et avec l'appui de **Véronique Braesco** (VAB-nutrition). Un groupe de travail restreint (GT composé des personnes listées en début de document) a été constitué pour travailler au développement de l'algorithme et à la méthodologie de classement des produits. Ce GT était également chargé de présenter l'avancée des travaux au COPIL FCD/industriels au fur et à mesure des étapes de développement.
3. Travail d'analyse et de réflexion (intégrant la mise en place d'enquêtes/sondage consommateurs) pour la mise en place d'une représentation (logo) et d'un libellé associé.
4. Mise en place d'un test en magasin selon un protocole en cours de définition par le Fonds Français pour l'Alimentation et la Santé.

La saisine de la DGS à l'ANSES sur l'algorithme du système SENS

Le 27 Octobre 2015, la FCD et **Nicole Darmon**, ont présenté le système FCD/Industriels devant les représentants des différents ministères et les associations de consommateurs en réunion de concertation.

Cette présentation a permis de rendre public le travail réalisé en présentant :

- Le nom du Système d'Etiquetage Nutritionnel simplifié, « SENS » ;
- L'algorithme du SENS, permettant de classer les aliments en quatre classes ;
- Des exemples de classification de produits et des comparaisons avec les classements du système 5C ;
- Les projets de représentation incluant des logos et des libellés de fréquence et/ou quantité.

Suite à cette présentation, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) a été saisie par la Direction Générale de la Santé (DGS) pour analyser l'algorithme du système SENS.

1. Description de l'algorithme du SENS

1.1. Principes généraux

L'ensemble des choix méthodologiques qui s'imposent lors du développement d'un système de profilage nutritionnel ont été identifiés et répertoriés en 8 étapes par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) dans son manuel "*Nutrient Profiling*" (cf. Module 2: "*step-by-step procedure for development of a nutrient profile model*", pages 5-6 du document) (1). C'est selon ces 8 étapes, ou lignes directrices, que les principales caractéristiques de l'algorithme du SENS sont présentées ci-dessous.

Attendus du système (étape 1 selon l'OMS)

L'algorithme du SENS a été conçu de façon à :

- a. Classer les aliments selon leur composition en plusieurs nutriments et ingrédients ;
- b. Classer les aliments en vue d'orienter favorablement les choix alimentaires de la population générale ;
- c. Identifier des aliments de profil nutritionnel favorable et défavorable mais aussi de profils intermédiaires ;
- d. Discriminer les groupes d'aliments, les familles d'aliments et les produits entre eux.

Origine du système (étape 2 selon l'OMS)

Le choix a été fait d'adapter un modèle existant, le système SAIN,LIM, développé par l'AFSSA en 2008 (2). Les raisons de ce choix ainsi que les adaptations du système sont décrites au sein du présent rapport (voir Chapitre 3). L'objectif était de transformer un système de profilage initialement destiné à accompagner le contrôle de l'usage des allégations nutritionnelles et de santé en Europe (3) en un système destiné à classer les aliments pour un étiquetage nutritionnel simplifié en face avant (4).

Cadre d'application du système (étape 3 selon l'OMS)

En accord avec la réglementation INCO (4), le système s'applique aux aliments pré-emballés. Les boissons alcoolisées ne sont pas concernées.

En cohérence avec le règlement INCO, le calcul se base sur les compositions des produits tels qu'achetés, à l'exception des produits secs ou lyophilisés, pour lesquels la composition après l'incorporation d'eau (cuisson/réhydratation/dilution) est prise en compte.

Nombre de catégories (étape 4 selon l'OMS)

L'algorithme du SENS est un système de calcul transversal. Il prend néanmoins en compte les spécificités nutritionnelles de certaines catégories d'aliments en intégrant dans le calcul un élément spécifique à la catégorie considérée. Ainsi, l'algorithme du SENS distingue les catégories suivantes : matières grasses, boissons (à l'exclusion du lait), produits céréaliers, œufs, poissons et produits de la mer, fromages, produits laitiers hors fromage, tous les autres produits solides (cas général). A quelques exceptions près¹, ces catégories sont les mêmes que celles retenues par la Commission Européenne dans sa proposition de profil nutritionnel en 2008 (5).

¹ Une différence notable avec la catégorisation de la CE est que nous considérons une catégorie « œuf » mais pas de catégorie « viandes et dérivés des viandes ».

Choix des nutriments et ingrédients (étape 5 selon l'OMS)

Comme le système SAIN,LIM, l'algorithme du SENS classe les aliments selon deux scores :

- Le **SAIN_{SENS}** est le score des éléments qualifiants ou Score d'Adéquation Individuel aux recommandations Nutritionnelles. Les éléments qualifiants sont :

- Pour tous les aliments : protéines, fibres, fruits et légumes (F&L)
- Pour certaines catégories : calcium, vitamine C, Acide Alpha-Linolénique (ALA), Acides Gras Mono-Insaturés (AGMI)

- Le **LIM_{SENS}** est le score des nutriments disqualifiants ou score des nutriments à LIMiter.

Les nutriments disqualifiants sont, pour tous les aliments et quelle que soit la catégorie :

- Sodium
- Acides gras saturés (AGS)
- Sucres libres (SL)²

Base(s) de calcul (étape 6 selon l'OMS)

Comme le système SAIN, LIM, l'algorithme du SENS utilise deux bases de calcul, 100g et 100kcal :

- Le **SAIN_{SENS}** est exprimé pour 100kcal, c'est une densité nutritionnelle (quantité de nutriments qualifiants pour une quantité donnée de calories)
- Le **LIM_{SENS}** est exprimé pour 100g.

La portion n'est pas intégrée à l'algorithme du SENS mais elle est indirectement prise en compte à travers l'expression du SAIN pour 100kcal, c'est à dire l'expression des nutriments qualifiants selon la densité énergétique des produits. En effet, la densité énergétique est étroitement et inversement corrélée à la portion standard des aliments (7).

Score et/ou seuils (étape 7 selon l'OMS)

Comme le système SAIN, LIM, l'algorithme du SENS répartit les aliments en 4 classes sur la base de deux scores (**SAIN_{SENS}**, **LIM_{SENS}**) auxquels sont appliqués des seuils. Pour chaque score, un seuil principal et des seuils secondaires ont été définis. Les seuils principaux sont les mêmes que ceux du système SAIN,LIM : 5 pour le SAIN et 7,5 pour le LIM, qui correspondent respectivement à 100% d'adéquation nutritionnelle dans une diète moyenne de 2000kcal/j (soit 5% pour 100kcal) et à 0% d'excès en nutriments disqualifiants dans une diète moyenne de 1337 g/j (soit 7,5% pour 100g).

Choix des "nombres" (étape 8 selon l'OMS)

Le rapport de l'OMS recense trois approches pour définir les « nombres » (littéralement "*numbers*" en anglais) qui permettent d'aboutir à la détermination des scores et/ou des seuils : une approche pragmatique, une approche d'adéquation avec la législation, une approche basée sur des recommandations nutritionnelles.

Ces différentes approches ont été utilisées dans le développement de l'algorithme du SENS :

- Les teneurs en nutriments qualifiants ou disqualifiants sont exprimées par rapport aux Apports Quotidiens de Référence (AQR) cités à l'article XIII du règlement INCO, ou, en l'absence d'AQR, par rapport à d'autres recommandations officielles explicitement référencées.

² Selon l'OMS, les « sucres libres » regroupent les monosaccharides (tels que le glucose et le fructose) et les disaccharides (tels que le saccharose ou sucre de table) qui sont ajoutés aux aliments par le fabricant, le cuisinier ou le consommateur, ainsi que les sucres naturellement présents dans le miel, les sirops, les jus de fruit et les concentrés de fruits (6).

- Le calcul des seuils principaux des scores $SAIN_{SENS}$ et LIM_{SENS} s'effectue en fonction d'un apport journalier de référence en calories (2000kcal) et en poids (1,33kg), respectivement.
- Une approche pragmatique a été mobilisée pour établir les seuils secondaires des scores $SAIN_{SENS}$ et LIM_{SENS} , de façon :
 - o à aboutir à un classement ordonné (avec notamment l'impossibilité de sauter une classe par simple effet de bord) ;
 - o à obtenir des classements en accord avec le bon sens nutritionnel ;
 - o à permettre que des aliments de même LIM_{SENS} puissent être discriminés selon leur $SAIN_{SENS}$.

EN RESUME

L'algorithme du SENS est dérivé du système SAIN, LIM de l'AFSSA. Il est basé sur deux scores : le $SAIN_{SENS}$ et le LIM_{SENS} , qui intègrent des éléments qualifiants et disqualifiants, respectivement. L'application de seuils sur ces deux scores permet de répartir les aliments en 4 classes ordonnées.

L'algorithme du SENS est un système de profilage nutritionnel transversal qui intègre les spécificités de certaines catégories d'aliments, qui prend en compte la densité nutritionnelle des aliments et qui est fondé sur des références nutritionnelles officielles.

1.2. Description détaillée de l'algorithme du SENS

Formule du LIM_{SENS}

$$\text{LIM}_{\text{SENS}} = \frac{\left(\frac{\text{Sodium}}{2400_{\text{(AQR)}}} + \frac{\text{AGS}}{20_{\text{(AQR)}}} + \frac{\text{Sucres}_{\text{Libres}}}{50} \right)}{3} \times 100$$

Valeurs de références pour les nutriments disqualifiants du LIM_{SENS}

- **Sodium** : 2400 mg est égal à 6 de sel et correspond à la valeur maximale de l'AQR (4).
- **Acides gras saturés (AGS)** : 20 g correspond à la valeur de l'AQR (4).
- **Sucres libres** : 50 g correspond à 10% de l'AQR en énergie (soit 2000kcal). Cette valeur de 10% correspond à la valeur maximale d'apports en sucres libres recommandée par l'OMS (6).

Le score LIM_{SENS} fluctue de 0 à +∞.

Cas des boissons : le LIM_{SENS} est multiplié par un facteur 2,5. Ceci revient à appliquer une pénalité aux boissons pour corriger le bénéfice "naturel" que leur confère leur faible densité énergétique intrinsèque, et pour tenir compte de leur faible pouvoir satiétogène³. Le facteur 2,5 est celui déjà proposé pour le système SAIN, LIM initial (2;9). Il a été déterminé sur la base d'une portion moyenne de liquide égale à 250 mL (soit 2,5 * 100 mL).

Zoom sur le choix d'utiliser les sucres libres dans la formule du LIM_{SENS}⁴

Puisque ce sont les sucres totaux qui sont soumis à une obligation d'étiquetage, il aurait sans doute été préférable, d'un point de vue pratique et réglementaire, de les utiliser dans le calcul du LIM. Néanmoins, plusieurs essais de prise en compte des sucres totaux, et/ou de la valeur d'AQR des sucres totaux (i.e. 90g) se sont révélés infructueux, aussi bien lors du développement du système SAIN, LIM original (2) que lors du développement du SENS (décrit dans le prochain chapitre). Sur le plan purement nutritionnel, cet échec n'est pas très étonnant étant donné que deux grandes catégories dont la consommation est recommandée dans le cadre d'une alimentation équilibrée, à savoir les fruits et les légumes (et notamment les fruits), et les produits laitiers (et notamment les produits laitiers frais et le lait) apportent de larges quantités de sucres simples, inclus dans le calcul des sucres totaux. C'est pour cette raison que les recommandations de santé publique sur les sucres portent généralement sur les sucres ajoutés ou sur les sucres libres, et non sur les sucres totaux.

Le choix d'utiliser les sucres libres plutôt que les sucres totaux a également été motivé par notre volonté d'être en accord avec les définitions et les recommandations des rapports les plus récents sur la nécessaire réduction des apports en sucres dans la population, diffusés respectivement par l'OMS (6) et par le gouvernement britannique (10). De plus, le système de profil nutritionnel proposé cette année par l'OMS-section Europe pour réguler la publicité destinée aux enfants, fait également référence à la notion de sucres libres (11). En avril 2015, s'est déroulé à Riga un meeting informel entre différents ministres de la santé européens. Compte tenu de la situation inquiétante et évolutive des

³ A noter que la soupe n'est pas une boisson, et présente au contraire des caractéristiques satiétogènes intéressantes (8).

⁴ Selon l'OMS, les « sucres libres » regroupent les monosaccharides (tels que le glucose et le fructose) et les disaccharides (tels que le saccharose ou sucre de table) qui sont ajoutés aux aliments par le fabricant, le cuisinier ou le consommateur, ainsi que les sucres naturellement présents dans le miel, les sirops, les jus de fruit et les concentrés de fruits (6).

maladies non transmissibles qui touchent de plus en plus les enfants et jeunes adultes, les ministres réunis ont affirmé l'importance de motiver la reformulation des produits en diminuant notamment les sucres ajoutés et/ou libres dans les boissons, confiseries et produits sucrés. La possibilité d'un cadrage obligatoire européen est désormais au débat (12).

En pratique, pour les boissons, les sirops et le miel (tous trois inclus explicitement dans les sucres libres), ainsi que pour tous les produits pour lesquels la différence sucres libres-sucres totaux est négligeable (i.e. moins de 1g/100g), c'est la valeur de sucres totaux qui sera utilisée dans l'algorithme du SENS.

Pour tous les autres produits, l'intégration de la valeur des sucres libres dans l'algorithme du SENS ne fait qu'anticiper le fait qu'il deviendra à terme incontournable pour les opérateurs d'être transparents sur les quantités de sucres qu'ils ajoutent dans leurs produits.

Dans une phase de transition, les opérateurs qui se verraient dans l'incapacité de distinguer entre sucres totaux et sucres libres seraient autorisés à utiliser la valeur des sucres totaux pour le calcul du SENS, sachant que le classement qui en résulterait serait identique ou potentiellement plus sévère qu'avec les véritables données de sucres libres.

Formule générale du $\text{SAIN}_{\text{SENS}}$

$$\text{SAIN}_{\text{SENS}} = \frac{\left(\frac{\text{F\&L (g/g)}}{10} + \frac{\text{Protéines (g/100kcal)}}{50_{\text{(AQR)}}} + \frac{\text{Fibres (g/100kcal)}}{20} + \frac{\text{Nut}_{\text{Cat}} \times \text{Pond. (g/100kcal)}}{\text{Ref}_{\text{NutCat}}} \right)}{4} \times 100$$

Valeurs de référence des éléments transversaux du $\text{SAIN}_{\text{SENS}}$

- **F&L** : la proportion de fruits et légumes est divisée par 10 pour ne pas avoir un poids disproportionné par rapport à celui des autres termes de l'équation. Les tubercules, les fruits oléagineux, les fruits secs et les légumes secs ne sont pas pris en compte.
- **Protéines** : 50 g correspond à la valeur de l'AQR (4).
- **Fibres** : en l'absence d'AQR, une valeur de 20g a été choisie. Elle permet de mieux valoriser les aliments sources de fibres qu'une valeur supérieure à 20g⁵.

Le score $\text{SAIN}_{\text{SENS}}$ fluctue de 0 à $+\infty$.

Tableau 1. Nutriments spécifiques des catégories (NutCat), valeurs de références (Ref_{NutCat}) et coefficients de pondération (Pond.)

Catégories SENS	NutCat	Ref _{NutCat}	Pond.
Céréales (> 50%)	Fibres	20 g	2
Fromage*	Calcium	800 mg (=AQR)	2
Autres produits laitiers (> 50%)**	Calcium	800 mg (=AQR)	1
Œuf (>50%)	Protéines	50g (=AQR)	1
Poisson*** (>50%)	Protéines	50g (=AQR)	1
Autres (excepté matières grasses et boissons)	Zéro	NA	NA

*>70% de fromage, **Produits laitiers hors fromage, crème et beurre (> 50% ingrédient laitier)

***produits aquatiques incluant grenouille et escargot– NA : non applicable.

⁵ Dans la formule du SAIN, la teneur en nutriment qualifiant pour 100kcal est DIVISÉE par la recommandation (AQR ou autre référence). De ce fait, le poids du nutriment dans la valeur finale du SAIN est d'autant plus important que le niveau de la recommandation est faible.

A part la catégorie fromage (réservée aux produits comprenant au moins 70% de fromage conformément à la réglementation⁶), l'appartenance à une catégorie est conditionnée au fait que le produit contient au moins 50% d'ingrédients de la catégorie pour 100g. Le pourcentage se calcule en suivant les préconisations de l'Annexe VIII du règlement INCO pour le calcul des pourcentages d'ingrédients affichés dans les listes d'ingrédients.

Le choix d'une proportion strictement supérieure à 50% pour décider de l'appartenance à une catégorie donnée permet d'éviter les cas de double appartenance, et correspond à l'approche pragmatique également choisie par Commission Européenne dans son *draft* de proposition de profil nutritionnel (5).

- **Les fibres** sont le nutriment spécifique des céréales, avec un facteur de pondération égal à 2. Comme les fibres sont déjà l'un des trois éléments transversaux du SAIN_{SENS} (F&L, protéines, fibres), cela revient à compter trois fois les fibres contenues dans les produits céréaliers.
- **Les protéines** sont le nutriment spécifique des catégories œuf et poisson, avec un facteur de pondération égal à 1. Comme les protéines sont déjà l'un des trois éléments transversaux du SAIN_{SENS}, cela revient à compter deux fois les protéines contenues dans les produits appartenant à la catégorie œuf ou poisson.
- **Le calcium** est le nutriment spécifique des produits laitiers, avec un facteur de pondération égal à 2 pour le fromage et à 1 pour les autres produits laitiers. Comme le calcium n'est pas un des éléments transversaux du SAIN_{SENS}, cela revient à compter deux fois le calcium pour les fromages et une fois pour les autres produits laitiers.

Formules du SAIN_{SENS} pour les matières grasses et les boissons

Du fait de leurs densités énergétiques (kcal/100g) extrêmes et de la particularité des nutriments qu'ils contiennent, les boissons (faible densité énergétique, nutriments essentiellement hydrophiles) et les matières grasses (forte densité énergétique, nutriments lipophiles) ont chacun une formule de SAIN_{SENS} qui leur est spécifique.

Matières grasses :

$$\text{SAIN}_{\text{SENS}}^{\text{Matières Grasses}} = \frac{\left(\frac{\text{ALA (g/100kcal)}}{1,8} + \frac{\text{AGMI (g/100kcal)}}{44,4} \right)}{2} \times 100$$

La formule s'applique à toutes les matières grasses "visibles" au sens du PNNS, à savoir : huiles, margarines, beurre, crème fraîche, mayonnaises, vinaigrettes ...

Nutriments spécifiques de la catégorie Matières Grasses et valeurs de référence

Le SAIN_{SENS} des matières grasses est une version simplifiée du SAIN lipidique du SAIN_{LIM} (2;9).

Le SAIN_{SENS} des matières grasses inclue 2 nutriments lipidiques sur les 4 initialement proposés :

- La vitamine E et la vitamine D ont été supprimées ;
- L'ALA et les AGMI ont été conservés, ainsi que les valeurs de référence initialement proposées par l'AFSSA pour ces nutriments, à savoir 1,8 g pour l'ALA (=>0,8% de 2000 kcal) et 44,4 g pour les AGMI (=>20 % de 2000 kcal).

⁶ >70% sur la base du décret n° 2007-628 modifié par le décret n° 2013-1010 du 12 novembre 2013 article 10.3.b

Boissons :

$$\text{SAIN}_{\text{SENS}}^{\text{Boissons}} = \frac{\left(\frac{\%F\&L}{10} \times 2 + \frac{\text{Vit C}}{80 \text{ (AQR)}} \times 0,4^* \right)}{2} \times 100$$

La formule s'applique à toutes les boissons, excepté le lait (auquel s'applique la formule générale du $\text{SAIN}_{\text{SENS}}$).

Le nutriment spécifique de la catégorie boissons est la vitamine C et sa valeur de référence est l'AQR (80mg).

Pour les mêmes raisons que le LIM_{SENS} des boissons est multiplié par un facteur 2,5 (voir ci-dessus : faible densité énergétique, faible pouvoir satiétogène), dans le $\text{SAIN}_{\text{SENS}}$ des boissons, le terme de la vitamine C est multiplié par 0,4 (ce qui revient à diviser, et donc à les pénaliser, par le même facteur 2,5).

En revanche, la proportion de F&L est multipliée par 2 pour mieux valoriser la présence de fruits et/ou de légumes dans les boissons.

Zoom sur le choix de prendre en compte la spécificité de certaines catégories dans le $\text{SAIN}_{\text{SENS}}$

Les systèmes de profilage nutritionnel intégrant un nombre limité de catégories ont été décrits comme étant plus à même de promouvoir de façon réaliste une alimentation favorable à la santé que des systèmes strictement transversaux (13). En particulier, du fait de leurs densités énergétiques (kcal/100g) extrêmes et de la particularité des nutriments qu'ils contiennent : les liquides (faible densité énergétique, nombre limité de nutriments hydrophiles) et les matières grasses liquides (forte densité énergétique, nutriments lipophiles) sont généralement considérés de façon spécifique. En plus de ces deux catégories particulières, l'algorithme du SENS distingue cinq autres catégories : produits céréaliers, fromage, autres produits laitiers, œufs, poissons et produits de la mer. A quelques exceptions près⁷, ces catégories sont les mêmes que celles retenues par la Commission Européenne dans sa proposition de profil nutritionnel en 2008 (5). De plus, le système de profil nutritionnel proposé cette année par l'OMS-section Europe pour réguler la publicité destinée aux enfants, est également un système par catégories (17 catégories différentes) (11).

Les seuils et les classes du système SENS

Le système SENS répartit les aliments en quatre classes sur la base des scores $\text{SAIN}_{\text{SENS}}$ et LIM_{SENS}

Pour chaque score, un seuil principal et des seuils secondaires ont été définis :

Les seuils principaux sont les mêmes que ceux précédemment définis pour le SAIN , LIM (2;9), soit :

- 5 pour le $\text{SAIN}_{\text{SENS}}$, correspondant à 5% pour 100kcal et 100% d'adéquation pour un apport calorique journalier moyen 2000kcal
- 7,5 pour le LIM_{SENS} , correspondant à 0% d'excès (ou 100% des valeurs maximales en nutriments à limiter pour une quantité moyenne journalière ingérée de 1,33kg)

Les seuils secondaires sont les suivants :

- 10 ; 15 ; 35 ; 50 ; pour le LIM_{SENS}
- 2 ; 3,5 ; 7,5 ; 10 ; 15 ; pour le $\text{SAIN}_{\text{SENS}}$

⁷ Une différence notable avec la catégorisation de la CE est que nous considérons une catégorie « œuf » mais pas de catégorie « viandes et dérivés des viandes ».

Les seuils secondaires ont été définis selon une approche pragmatique de façon à :

- Aboutir à un classement ordonné et progressif (impossibilité de sauter une classe par simple effet de bord) ;
- Obtenir des classements cohérents avec le bon sens nutritionnel et les repères de consommation du PNNS ;
- Permettre que des aliments de même LIM_{SENS} soient discriminés selon leur SAIN_{SENS}, et vice-versa. Ainsi par exemple, des aliments de LIM_{SENS} situé entre 7,5 et 10 peuvent appartenir à la classe 3, 2 ou 1, selon leur valeur de SAIN_{SENS}.

Le classement des aliments par le système SENS est représenté graphiquement ci-dessous. Chaque aliment peut être positionné sur un plan d'axes SAIN_{SENS} et LIM_{SENS} et cette position détermine son appartenance à l'une des 4 classes (voir **Figure 1**). Une double échelle logarithmique est ici utilisée pour une meilleure visualisation des classes et, par la suite, de l'ensemble des aliments.

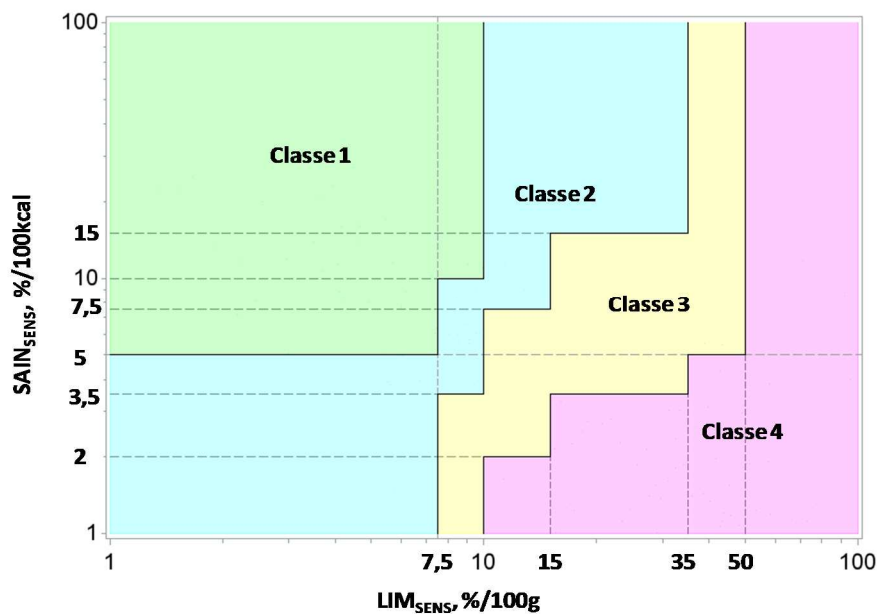


Figure 1. Classement des aliments par le système SENS

L'identification de la classe d'appartenance peut être déterminée graphiquement (**Figure 1**) ou selon le **tableau 2** ci-dessous :

Tableau 2. Classement des aliments selon leurs scores SAIN_{SENS} et LIM_{SENS}

	LIM _{SENS} < 7,5	7,5 ≤ LIM _{SENS} < 10	10 ≤ LIM _{SENS} < 15	15 ≤ LIM _{SENS} < 35	35 ≤ LIM _{SENS} < 50	LIM _{SENS} ≥ 50
SAIN _{SENS} ≥ 15	Classe 1	Classe 1	Classe 2	Classe 2	Classe 3	Classe 4
10 ≤ SAIN _{SENS} < 15	Classe 1	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 3	Classe 4
7,5 ≤ SAIN _{SENS} < 10	Classe 1	Classe 2	Classe 2	Classe 3	Classe 3	Classe 4
5 ≤ SAIN _{SENS} < 7,5	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 4
3,5 ≤ SAIN _{SENS} < 5	Classe 2	Classe 2	Classe 3	Classe 3	Classe 4	Classe 4
2 ≤ SAIN _{SENS} < 3,5	Classe 2	Classe 3	Classe 3	Classe 4	Classe 4	Classe 4
SAIN _{SENS} < 2	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 4	Classe 4	Classe 4

Exception visant à réserver la classe 1 à l'eau :

L'eau est naturellement classée en 1 car elle a un LIM_{SENS} = 0 et un SAIN_{SENS} infini (puisque pas calorique et donc division par 0). Dans le but de réserver la classe 1 à l'eau qui est la seule boisson recommandée par le Programme national nutrition santé (PNNS), les boissons classées en 1 selon l'algorithme présenté ci-dessus, mais dont le contenu énergétique est non-nul (kcal > 0/100ml) sont déclassées en

2. Les boissons édulcorées sont dans ce cas et ne pourront donc pas être classées en 1, même si leur contenu énergétique est proche de zéro.

Exceptions visant à déclasser des aliments trop denses en énergie (hors matières grasses) :

- Déclassement de 1 en 2 lorsque valeur énergétique > 400kcal/100g
- Déclassement de 2 en 3 lorsque valeur énergétique > 400kcal/100g
- Déclassement de 3 en 4 lorsque valeur énergétique > 500kcal/100g ET sodium >200mg/100g

L'algorithme du SENS (Chapitre 1) et les éléments nécessaires à sa mise en œuvre (Chapitre 2) sont résumés dans l'Annexe 1.

2. Mise en œuvre du SENS

2.1. Caractérisation des produits alimentaires

Détermination de la catégorie

L'algorithme du SENS est transversal, mais il tient aussi compte de spécificités de certaines catégories d'aliments afin de permettre une classification plus pertinente.

Avant application du SENS à un produit donné, celui-ci est donc affecté à une catégorie donnée :

- Produits liquides (hors lait) (catégorie boissons) ;
- Matières grasses animales et végétales ;
- Fromages ;
- Autres produits laitiers (hors matières grasses laitières) : produits mettant en œuvre au minimum 50% d'ingrédients laitiers ;
- Produits céréaliers : produits mettant en œuvre au minimum 50% de céréales ;
- Produits à base d'œufs : produits mettant en œuvre au minimum 50% d'œufs ;
- Produits à base de poisson : produits mettant en œuvre au minimum 50% de poisson ou produits de la mer ;
- Autre produit : produit ne rentrant dans aucune des définitions ci-dessus.

L'information sur la catégorie est évidente pour les produits mono-ingrédient. Dans les autres cas, elle peut être obtenue à partir de la liste d'ingrédients et/ou être fournie par l'industriel qui prépare et/ou commercialise le produit.

Le pourcentage d'ingrédients se calcule en suivant les préconisations de l'Annexe VIII du règlement INCO pour le calcul des pourcentages d'ingrédients affichés dans les listes d'ingrédients.

Données nutritionnelles

En fonction de la catégorie, les données nécessaires au calcul sont indiquées dans le **Tableau 3** ci-dessous :

Tableau 3. Données nutritionnelles nécessaires au classement selon le SENS

	Boissons	Produits laitiers	Matières grasses	Autres
Energie (kcal/100g)	X	X	X	X
Fruits et légumes (proportion, en g/g)	X	X		X
Protéines (g/100g)		X		X
Fibres (g/100g)		X		X
Ac gras saturés, AGS (g/100g)	X	X	X	X
Sodium (mg/100g)	X	X	X	X
Sucres libres (g/100g) (ou sucres totaux à défaut)	X	X	X	X
Calcium (mg/100g)		X		
Vitamine C (mg/100g)	X			
Ac α-linoléique , (g/100g)			X	
Ac gras mono-insaturés, AGMI (g/100g)			X	

Parmi les catégories spécifiques, seuls les boissons, les produits laitiers (fromages et autres produits laitiers) et les matières grasses nécessitent des nutriments particuliers. Pour les autres catégories, le nutriment spécifique de la catégorie est déjà intégré dans la formule générale du $SAIN_{SENS}$ (voir **section 1.2**). Il s'agit des fibres pour les produits céréaliers, et des protéines pour les produits à base d'œufs ou à base de poisson. Pour les aliments de ces catégories, le nutriment spécifique est donc compté plusieurs fois⁸, ce qui lui donne plus de poids dans le calcul du score, et contribue à valoriser la présence de ce nutriment, et des nutriments qui lui sont associés.

Les données relatives à la teneur en énergie, protéines, acides gras saturés et sel/sodium font partie de la déclaration nutritionnelle obligatoire dans le cadre du règlement INCO (4). L'étiquetage des données relatives à la teneur en fibres, calcium, vitamine C, acides gras mono-insaturés et acide α -linoléique⁹ font partie de l'étiquetage facultatif dans le cadre de ce même règlement.

La proportion de fruits et légumes est évaluée en % (poids/poids), à partir des quantités mises en œuvre lors de la préparation du produit. Sont pris en compte l'ensemble des fruits et légumes, à l'exclusion des pommes de terre et tubercules, des légumineuses, des fruits secs et des fruits oléagineux.

Les données nutritionnelles sont considérées sur le produit prêt à consommer, c'est-à-dire réhydraté, pour les produits secs ou lyophilisés, et/ou épluché ou paré pour les produits bruts le nécessitant.

Le SENS considère les sucres libres, définis par l'OMS comme « monosaccharides et les disaccharides qui sont ajoutés aux aliments par le fabricant, le cuisinier ou le consommateur, ainsi que les sucres naturellement présents dans le miel, les sirops, les jus de fruit et les concentrés de fruits » (6). Cette

⁸ Pour rappel : les fibres sont comptées trois fois dans les céréales car le facteur de pondération du nutriment spécifique est égal à 2 dans ce cas ; les protéines sont comptées deux fois dans les produits à base d'œufs ou de poisson car le facteur de pondération du nutriment spécifique est égal à 1 dans ce cas.

⁹ Les AGPI sont nommément cités dans le règlement INCO et cette appellation recouvre l'acide α -linoléique ainsi que des AGPI à longue chaîne (EPA & DHA). Chacun de ces acides gras peut être étiqueté, notamment en raison de l'existence d'une allégation nutritionnelle basée sur le contenu en l'un ou l'autre de ces acides gras, ce qui rend obligatoire la possibilité d'étiquetage de chaque acide gras séparément, et donc celle de l'acide α -linoléique.

donnée ne fait pas aujourd'hui partie des données d'étiquetage obligatoire et n'est pas renseignée dans la table de composition française (CIQUAL). Il est cependant possible que ceci puisse évoluer prochainement. La teneur en sucres libres peut être évaluée de façon raisonnablement simple et précise en considérant les recettes (listes et quantités d'ingrédients) des produits alimentaires concernés (par exemple, la façon dont les teneurs en sucres libres ont été estimées pour les aliments de la table CIQUAL 2013 est décrite en **Annexe 3**).

Cas particulier du calcul des scores (produits secs et lyophilisés, produits végétaux bruts)

- Puisque le $SAIN_{SENS}$ est exprimé pour 100 kcal, il est possible de le calculer sur les valeurs des produits secs ou lyophilisés, tels que vendus. En effet, pour ces produits, la valeur du $SAIN_{SENS}$ est la même que le calcul soit fait à partir des teneurs exprimées pour 100g de produit sec ou pour 100g de produit réhydraté.
- Puisque le LIM_{SENS} est exprimé pour 100g, sa valeur est différente selon qu'il est calculé avant ou après réhydratation. Pour les aliments secs ou déshydratés, il est donc important de le calculer après réhydratation, sauf dans le cas des aliments pour lesquels le LIM est négligeable.
- Le LIM est négligeable dès qu'il est inférieur à 7,5 (voir représentation graphique du classement selon le SENS) : il est à noter que c'est le cas de la plupart des produits végétaux peu ou pas transformés (fruits, légumes, pâtes, riz, semoule, légumes secs vendus séchés, légumes déshydratés...) qui contiennent des quantités nulles ou faibles de sodium, sucres libres et AGS.

Obtention des données

Le SENS a vocation à être utilisé en premier lieu sur des produits dotés d'un emballage, comme le prévoit le règlement INCO. Les données nécessaires sont obtenues de manière conforme aux exigences du règlement INCO, à savoir :

- soit par analyse du produit fini selon les bonnes pratiques
- soit par calcul :
 - o A partir de valeurs moyennes connues (tables de composition) ou effectives (analyse) relatives aux ingrédients utilisés et à la recette
 - o A partir de données généralement établies ou acceptées¹⁰

Le règlement européen INCO ne prévoit aucune obligation d'apposer un système d'étiquetage nutritionnel simplifié quel qu'il soit, et rend donc difficile la mise en œuvre de mesures contraignantes de ce type par les Etats-Membres. Ce sont donc les opérateurs du secteur agro-alimentaire qui se portent volontaires pour cette apposition ; ils disposent en interne des données nutritionnelles nécessaires et sont logiquement également volontaires pour les communiquer, et pour justifier leur pertinence. Un nombre significatif d'industriels et de distributeurs a déjà contribué à la mise en œuvre du SENS en fournissant les données nécessaires sur leurs produits et de nombreux autres sont en train de réunir ces éléments (voir **section 2.3**).

¹⁰ Il pourra ici s'agir de valeurs obtenues sur d'autres tables de composition que celles du Ciqua, de données issues de publications scientifiques, de données extrapolées à partir de produits très voisins (par exemple, autre parfum dans la même gamme, etc.)

2.2. Seuils minimum pour simplifier le calcul du SENS, seuils maximum pour limiter les enrichissements

Afin d'éviter un investissement inutile au regard de la pertinence nutritionnelle, des seuils minimaux ont été fixés pour certains éléments qualifiants ainsi que pour les sucres libres et pour la proportion de fruits et légumes.

Afin d'éviter que des pratiques d'enrichissement opportunistes et inutiles, un maximum a été appliqué à la vitamine C dans les boissons et au calcium dans les produits laitiers hors fromage.

Seuils minimum

- Lorsque les teneurs en fibres, vitamine C, calcium, ALA, AGMI sont inférieures à 2,5% de la valeur de référence (Ref_{NutCat}) pour 100g de produit (c'est-à-dire respectivement 0,5g, 2mg, 20mg, 0,1g et 1g), celles-ci sont considérées comme nulles et ne sont pas prises en compte dans le calcul du SAIN_{SENS} ;
- Lorsque la teneur en sucres libres est inférieure à 1g/100g, celle-ci est considérée comme nulle et n'est pas prise en compte dans le calcul du LIM_{SENS} ;
- Lorsque la teneur en fruits et légumes est inférieure à 20% (soit 20g/100g), elle n'est pas prise en compte car jugée peu significative sur le plan nutritionnel.

Seuils maximum

- Dans les boissons, les teneurs en vitamine C sont plafonnées à 50 mg/100ml dans le cas des purs jus de fruits et/ou de légumes (proportion F&L= 1), à 20 mg/100 ml pour les jus contenant au moins 30% de fruits et/ou légumes (proportion F&L ≥ 0,3) et ne sont pas comptabilisées sinon (0 mg de vitamine C si proportion F&L < 0,3) ;
- Dans les produits laitiers hors fromage, les teneurs en calcium sont plafonnées à 150 mg/100g (pas de limite pour les fromages).

Ces valeurs minimales et maximales sont résumées dans le **tableau 4** ci-dessous :

Tableau 4. Seuils minimum et maximum

Eléments	Seuils minimum	Seuils maximum
Fibres, g/100g	0,5	-
F&L, g/g	0,2	-
Sucres libres, g/100g	1	
ALA, g/100g	0,1	-
AGMI, g/100g	1	-
Calcium, mg/100g	20	150 dans les produits laitiers hors fromage, Pas de plafonnement dans les fromages
Vitamine C, mg/100g	2	50 (si proportion F&L= 1), 20 (si proportion F&L ≥ 0,3), 0 (si proportion F&L < 0,3)

L'algorithme du SENS (Chapitre 1) et les éléments nécessaires à sa mise en œuvre (Chapitre 2) sont résumés dans l'Annexe 1.

2.3. Mise à disposition des classements SENS pour les produits du CIQUAL et pour des produits réels

Le SENS a été appliqué à la table du CIQUAL ainsi qu'à un ensemble de produits réels extraits de la base OQUALI ou transmis par des distributeurs et des industriels.

Les données du CIQUAL ont été complétées par des informations nécessaires au calcul du SENS (voir **section 4.1**).

Les données OQUALI sont focalisées sur les céréales du petit déjeuner, les biscuits et les chips. Pour les céréales du petit déjeuner et les biscuits, le pourcentage de céréales a été estimé à la main sur un échantillon tiré au hasard. Les produits pour lesquels la valeur des fibres n'était pas connue ont été exclus, et les sucres libres ont été estimés comme égaux aux sucres ajoutés (idem pour les chips).

Les distributeurs et les industriels parties prenantes dans la démarche ont accepté de fournir des données de produits réels identifiés par des noms génériques. Un fichier Excel de saisie a été mis au point pour réunir les données utiles au calcul du SENS sous un format homogène et facilement exploitable (voir le **TEMPLATE DE SAISIE**, sous format Excel : « Template saisi des données réelles pour SENS V19.xlsx »). Pour un seul de ces partenaires, les données n'ont pas été transmises via le *template*. Le partenaire a transmis un fichier contenant les noms des produits et les valeurs nutritionnelles étiquetées sur les paquets. A l'aide du CIQUAL (soit rapprochement complet d'un produit réel à un aliment du CIQUAL, soit rapprochement des ingrédients du produits réels -utilisation des cahiers des charges- aux aliments CIQUAL), ce fichier a été complété des pourcentages de céréales, produits laitiers, d'œufs, de poissons, de viandes, de fruits et légumes ainsi que des teneurs nutritionnelles pour divers nutriments (dont les sucres libres).

En résumé, en annexe de ce rapport, est fourni, au format Excel, trois bases de données regroupant un ensemble de produits ainsi que leurs compositions nutritionnelles utiles au calcul du SENS et leur classement SENS :

- La table du CIQUAL contenant 1256 aliments et boissons : « Classement SENS v19 CIQUAL 13_12_2015.xlsx »
- 1737 produits (dont des boissons) identifiés par des noms génériques et issus de trois distributeurs et 15 industriels : « Classement SENS V19 Produits REELS pour ANSES 14_12_2015.xlsx »
- 339 produits provenant de la base OQUALI (16 barres céréales, 42 céréales du petit déjeuner ; 58 biscuits et 223 chips) pour lesquels les informations manquantes telles que le % de céréales ont été complétées à la main, par analyse de la liste d'ingrédients : « Classement SENS V19 produits (Biscuits chips céréales PD) OQUALI.xlsx »

3. Développement et rationnel de l'algorithme du SENS

3.1. Processus de développement de l'algorithme du SENS à partir du système SAIN,LIM

3.1.1. Rappel sur les systèmes SAIN,LIM de l'AFSSA et SAINcat,LIM d'OPTIMED

L'algorithme du SENS est basé sur le système de profilage nutritionnel SAIN,LIM, développé dans le cadre du groupe de travail mis en place par l'AFSSA en 2008. Son développement a été précisément décrit dans le rapport de l'AFSSA (2) et a fait l'objet de plusieurs études de validation (9;14;15).

Le système SAIN,LIM de l'AFSSA est lui-même dérivé des premières versions des scores SAIN et LIM, développés par l'équipe de Nicole Darmon, et publiés dès 2005 (16-18). L'objectif était initialement de disposer d'indicateurs synthétiques de la qualité nutritionnelle des aliments, en vue d'analyser la relation entre la qualité nutritionnelle et le prix des aliments et d'identifier des aliments de bon rapport qualité nutritionnelle/prix (19;20).

Puisqu'ils permettaient d'évaluer de façon synthétique la qualité nutritionnelle de chaque aliment et de les comparer entre eux, les scores SAIN et LIM ont été d'une grande utilité dans le cadre de la réflexion sur la mise au point de profils nutritionnels pour réguler l'accès aux allégations nutritionnelles en Europe (3). En France, ces débats ont eu lieu dans de nombreuses instances notamment l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (AFSSA) (2), l'Institut Français pour la Nutrition (IFN) (21) et le Conseil National de l'Alimentation (CNA) (22). L'OMS a également réuni un groupe de travail sur les profils nutritionnels, ce qui a donné lieu à la publication d'un rapport dans lequel le système SAIN,LIM de l'AFSSA est présenté comme "le modèle français" (*"The French model"*) de profilage nutritionnel (1).

Le système SAIN,LIM de l'AFSSA classe les aliments selon leurs qualités (score SAIN) et leurs défauts (score LIM) nutritionnels. Un seuil appliqué sur chaque score définit quatre classes.

L'intérêt du système SAIN, LIM réside dans :

- Le recours à des valeurs nutritionnelles de référence dans le calcul des scores SAIN et LIM et de leurs seuils respectifs, permettant :
 - L'expression des scores dans des unités significatives : % d'adéquation et % d'excès par rapport aux recommandations ;
 - Une classification basée sur des seuils significatifs : 100% d'adéquation, 0% d'excès.
- La non-compensation des scores, rendant possible l'évaluation séparée des qualités et des défauts nutritionnels ;
- Le positionnement des aliments sur un plan selon les axes SAIN et LIM (*mapping*).

Le système SAIN, LIM de l'AFSSA : un système transversal basé sur deux scores indépendants (2)

SAIN : Score d'Adéquation Individuel des aliments aux recommandations Nutritionnelles

- ❖ Aspects favorables de l'aliment (nutriments qualifiants)
- ❖ Exprimé pour 100 kcal : c'est une Densité Nutritionnelle
=> % moyen d'adéquation avec les apports nutritionnels conseillés (ANC) en 5 nutriments positifs (protéines, fibres, vitamine C, calcium, fer) + 1 nutriment optionnel (vit D)
Seuil du SAIN : basé sur un apport énergétique de 2000 kcal/j
SAIN optimal $\geq 100\%$ pour 2000 kcal, équivalent à 5% pour 100 kcal
SAIN ≥ 5 => bonne densité nutritionnelle

$$\text{SAIN} = \frac{\left(\frac{[\text{Protéines}]g/100g}{65} + \frac{[\text{Fe}]mg/100g}{12,5} + \frac{[\text{Fibres}]g/100g}{25} + \frac{[\text{VitC}]mg/100g}{110} + \frac{[\text{Ca}]mg/100g}{900} \right) \times 100}{5 \times \text{Valeur énergétique de l'aliment} \left(\frac{kcal}{100g} \right)} \times 100$$

NB : formule simplifiée sans nutriment optionnel, qui est la vitamine D pour tous les aliments à l'exception des matières grasses

LIM : Score de composés à LIMiter sur le plan nutritionnel

- ❖ Aspects défavorables de l'aliment (nutriments disqualifiants)
- ❖ Exprimé pour 100 g : teneurs en Na, AGS, GSajoutés
=> % d'excès moyen par rapport aux valeurs maximales recommandées en 3 nutriments à limiter : sodium, glucides simples ajoutés, acides gras saturés, dans 100g d'aliment :
Seuil du LIM : basé sur une prise alimentaire de 1330g/j (aliments solides seulement),
LIM optimal $\leq 100\%$ pour 1330g, équivalent à 7,5 % pour 100 g
LIM $\leq 7,5$ => faible teneur en nutriments à limiter

$$\text{LIM} = \frac{\frac{[\text{Na}]mg}{3153} + \frac{[\text{AGS}]g}{22} + \frac{[\text{Sucres ajoutés}]g}{50}}{3} \times 100$$

Pas de compensation entre les deux scores, pour que l'information reste entière.

Représentation graphique : chaque aliment peut être positionné sur un plan d'axes SAIN et LIM (voir **Figure 2**)

Le système prévoit deux exemptions :

- 1) Boissons sucrées => le LIM est multiplié par 2,5
- 2) Fruits oléagineux non salés et matières grasses ajoutées (> 97% lipides) => 2 nutriments optionnels à déterminer parmi 4 nutriments lipidiques (AGMI, ALA, Vit E, Vit D)

Tous les choix méthodologiques ayant abouti au système SAIN,LIM sont argumentés et référencés, dans le rapport de l'AFSSA. En voici un résumé ci-dessous :

Concernant le choix et le nombre des nutriments qualifiants et disqualifiants, les 5 nutriments du SAIN et les 3 nutriments du LIM ont été sélectionnés par les experts après examen comparatif de multiples formules spécifiques générées à partir des formules génériques du SAIN (% d'adéquation moyen aux recommandations en nutriments qualifiants) et du LIM (% moyen en nutriments disqualifiants par rapport aux valeurs maximales recommandées) :

Formule du SAIN

La formule générique du SAIN est la suivante :

$$\text{SAIN} = \frac{\left(\frac{\text{Nut}_1}{\text{Reco}_1} + \frac{\text{Nut}_2}{\text{Reco}_2} + \dots + \frac{\text{Nut}_n}{\text{Reco}_n} \right)}{n} \times 100$$

DE

avec :

- n = nombre de nutriments qualifiants ;
- DE = densité énergétique de l'aliment en kcal/100 g ;
- Nut_i = quantité du nutriment i dans 100 g d'aliment ;
- Reco_i = apport journalier recommandé pour le nutriment i exprimé dans la même unité que Nut_i.

Pour établir la formule du SAIN, l'AFSSA a réalisé : i) l'évaluation experte du classement obtenu avec 11 formules différentes (voir annexe 4a du rapport de l'AFSSA), et une double vérification de la pertinence des choix opérés dans la formule du SAIN : ii) l'une basée sur la génération aléatoire de formules de SAIN (Tableau 2 du rapport de l'AFSSA), iii) l'autre basée sur le calcul de corrélations (Tableau 3 du rapport de l'AFSSA).

Formule du LIM

La formule générique du LIM est la suivante :

$$\text{LIM} = \frac{\left(\frac{\text{Dis}_1}{\text{Max}_1} + \frac{\text{Dis}_2}{\text{Max}_2} + \dots + \frac{\text{Dis}_n}{\text{Max}_n} \right)}{n} \times 100$$

avec :

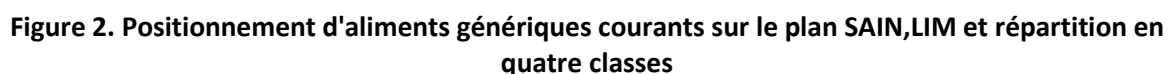
- n = nombre de nutriments disqualifiants ;
- Dis_i = quantité du nutriment disqualifiant i dans 100 g d'aliment ;
- Max_i = apport journalier maximum recommandé pour le nutriment i, exprimé dans la même unité que Max_i.

Pour le LIM, quatre formules ont été testées et comparées (voir annexe 4b du rapport de l'AFSSA). En particulier, des formules incluant les lipides totaux et/ou les sucres totaux au lieu des AGS et des sucres ajoutés ont été testées mais n'ont pas abouti à des classements pertinents sur le plan nutritionnel.

Le rapport stipule que « les nutriments du SAIN sont pertinents en terme de santé publique et représentent des marqueurs de groupes d'aliments faisant l'objet de recommandations nutritionnelles promouvant leur consommation... De plus, ces cinq nutriments représentent d'autres nutriments qui n'ont pas été pris en compte dans le calcul du SAIN, pour des raisons de faisabilité et de réalisme du système. Par exemple, la présence de protéines dans les aliments est corrélée à celle d'autres nutriments essentiels, tels que les vitamines B2, B3, B5, B12, l'iode, le sélénium ou encore le zinc ». « A l'exception de quatre nutriments associés aux lipides (vitamine E, vitamine A, ALA, AGMI), tous les nutriments non pris en compte sont corrélés (R²>0,5) avec au moins un nutriment du SAIN de base, suggérant que les nutriments du SAIN peuvent être considérés comme des marqueurs de nutriments non pris en compte dans son calcul. Le score obtenu par cette formule représente donc de manière pertinente et complète la densité nutritionnelle de nombreux aliments ».

=> Ceci vient conforter la pertinence du choix des nutriments de base du SAIN,LIM (à l'exception du fer) et suggère que ce choix est valide au-delà des frontières de la France et de l'Europe.

Dans son rapport, l'AFSSA résume : «Le choix d'une base de calcul mixte (par 100 kcal pour le SAIN et par 100 g pour le LIM) correspond à la recommandation actuelle de valoriser les aliments de faible densité énergétique et de densité nutritionnelle élevée». Il est à noter que ce point particulier a fait l'objet d'une publication scientifique dédiée (7).



Le principe du nutriment optionnel

Bien que le système SAIN,LIM proposé par l'AFSSA soit transversal, les experts ont souligné la nécessité de pouvoir tenir compte de la spécificité nutritionnelle de certaines catégories d'aliments. C'est ainsi que des exceptions ont été générées pour les matières grasses et les boissons. Au-delà de ces cas particuliers, l'AFSSA a proposé l'introduction d'un nutriment dit "optionnel" dans la formule du SAIN de base.

Le principe de ce SAIN 5 « optionnel » (SAIN 5opt) est décrit ainsi : « le SAIN 5opt est calculé à partir des 5 nutriments du SAIN 5 auxquels peuvent se substituer un ou plusieurs nutriments optionnels choisi(s) parmi une liste prédéfinie. Le nutriment optionnel est le nutriment pour lequel le pourcentage de couverture de l'ANC est le plus élevé. Ce nutriment se substitue dans la formule du SAIN 5 à celui pour lequel le pourcentage de couverture de l'ANC est le plus faible. Ainsi, la valeur du SAIN 5opt est toujours au moins égale à la valeur du SAIN 5. Cette démarche a pour effet de corriger certaines anomalies de classement, dans l'optique d'un système plus représentatif, plus discriminant et plus pertinent ».

Ce principe a été acté dans le rapport et plusieurs formules avec différents nutriments optionnels ont été testées. Finalement, seule la formule avec la vitamine D en nutriment optionnel a été retenue, car elle permettait que les poissons gras ne soient pas négativement discriminés (à cause de leur plus forte densité énergétique) vis à vis des poissons non gras.

La méthodologie OPTIMED pour le développement du système SAINcat,LIM

Le principe du nutriment optionnel a été exploré à nouveau dans le cadre du projet OPTIMED¹¹ (financé par la Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt de la région Provence Alpes Côte d'Azur (DRAFF-PACA) et le Conseil Régional PACA de 2010 à 2013), pour aboutir au système SAINcat,LIM.

Ce travail a donné lieu à la rédaction d'un guide technique destiné aux industriels pour les aider à suivre la qualité nutritionnelle globale d'un aliment en prenant en compte les spécificités liées à son appartenance à une catégorie d'aliments (25). Cette approche fait également partie intégrante de la feuille de route du RMT (Réseau Mixte Technologique) Nutriprevius¹².

Tableau 5. Nutriment spécifique à prendre en compte dans le calcul du score SAINcat pour chaque catégorie d'aliments OPTIMED (25)

Catégories OPTIMED	Nut _{Cat}	Ref _{NutCat}
Fruits ou légumes (> 50%)	Vitamine B9 (folates)	315 µg (ANC)
Légumineuses (> 50%)	Vitamine B9 (folates)	315 µg (ANC)
Céréales (> 50%)	Magnésium	390 mg (ANC)
Produits laitiers (> 50%)	Vitamine B2 (riboflavine)	1,6 mg (ANC)
Viande ou Œuf (>50%)	Vitamine B3 (niacine)	13 mg (ANC)
Poisson (>50%)	Vitamine D	5 µg (ANC)
Matières grasses*	Vit. D, Vit. E, ALA, AGMI**	5 µg; 12 mg; 1,8g; 44,4g

*Comme dans le SAIN_{AFSSA}, la catégorie matières grasses comprend les fruits oléagineux non salés et les produits avec > 97% d'énergie lipidique

** Le système prévoit 2 nutriments optionnels à déterminer parmi 4 nutriments lipidiques (AGMI, ALA, Vit E, Vit D),

ALA: acide alpha linoléique, AGMI : acides gras mono-insaturés

Le système SAINcat,LIM est dérivé du système SAIN,LIM de l'AFSSA. Le LIM n'a pas été modifié mais le SAIN a été retravaillé en reprenant l'idée du nutriment optionnel. Cette fois, au lieu de chercher à

¹¹ OPTIMED était d'un programme scientifique et technique d'accompagnement des industries agro-alimentaires en PACA, mis en place dans le but d'améliorer la qualité nutritionnelle des produits transformés de cette région.

¹² Le RMT (Réseau Mixte Technologique) Nutriprevius est un partenariat scientifique et technique qui mobilise une cinquantaine de membres publics et privés au service de la qualité nutritionnelle des produits de l'industrie agroalimentaire. http://www.adria-formationagroalimentaire.fr/vars/fichiers/nutrition/rmt_nutriprevius_ADRIA-partenaire-du%20RMT-Nutriprevius.pdf

identifier un nutriment optionnel commun à toutes les catégories (comme l'est la vitamine D dans le système SAIN,LIM de l'AFSSA), pour chaque catégorie d'aliments, le nutriment positif le plus caractéristique de cette catégorie a été identifié.

Dans un premier temps, 7 catégories ont été définies à partir des grands groupes d'aliments du PNNS (en distinguant le poisson de la viande et des œufs et les produits céréaliers des autres féculents), à savoir: 1) fruits et légumes, 2) viandes et œufs, 3) poissons, 4) produits laitiers, 5) céréales, 6) autres féculents, ainsi qu'une 7^{ième} catégorie correspondant à celle des matières grasses et fruits oléagineux, précédemment définie pour le SAIN,LIM (les nutriments spécifiques déjà identifiés pour cette catégorie n'ont pas été modifiés).

Dans un deuxième temps, un nutriment spécifique de chacune des catégories a été sélectionné. Pour chaque catégorie, sa contribution (en %) aux apports totaux de la population française en chacun des nutriments a été calculée sur la base des données de l'étude INCA2 (26). Pour chaque catégorie, les nutriments ont ensuite été classés par ordre décroissant d'importance de ces contributions. Le principe sous-jacent à cela est que les pourcentages les plus élevés correspondent aux nutriments représentant le mieux l'intérêt nutritionnel spécifique de la catégorie.

La sélection du nutriment spécifique pour chaque catégorie a été réalisée selon les critères suivants :

- Le nutriment spécifique n'est pas l'un des cinq suivants : protéines, fibres, vitamine C, calcium et fer, car ils sont déjà intégrés dans le calcul du score SAIN ;
- Le nutriment spécifique est l'un des nutriments représentant le mieux l'intérêt nutritionnel de la catégorie ;
- Les apports du nutriment spécifique sont insuffisants dans la population générale ou certains groupes particuliers ;
- Par sa présence ou son absence, le nutriment spécifique traduit l'impact des procédés de fabrication et de stockage sur la composition nutritionnelle des produits ;
- Pour des raisons techniques liées au calcul, le nutriment spécifique possède un apport nutritionnel conseillé (ANC) et sa quantité moyenne dans les aliments qui en contiennent n'est pas trop élevée par rapport à cet ANC.

L'équation du $SAIN_{Cat}$ est la suivante :

$$SAIN_{Cat}^* = \frac{\left(\frac{Vit. C}{110} + \frac{Protéines}{65} + \frac{Fibres}{25} + \frac{Calcium}{900} + \frac{Fer}{12,5} + \left(\frac{Nut_{Cat}}{Ref_{NutCat}} - Terme_{min}^{**} \right) \right)}{5} \times 100$$

* $SAIN_{AFSSA}$ est égal à $SAIN_{Cat}$, avec la vitamine D pour unique nutriment optionnel appliqué à tous les aliments, excepté pour les matières grasses où les nutriments optionnels sont les mêmes que ceux du $SAIN_{Cat}$

** **Terme min** est le plus faible des 6 autres termes pris en compte dans le calcul. Terme Nut_{Cat} prend la place de Terme min quand il est plus élevé que l'un des termes des cinq nutriments de base du $SAIN_{AFSSA}$ (i.e. vit C, Prot, Fib; Ca, Fe)

3.1.2. Historique des évolutions de l'algorithme - justification de l'algorithme final

La version V1 de l'algorithme, et la comparaison SAIN,LIM vs 5C

En 2013, Carrefour a proposé l'étiquetage simplifié AQuelleFrequence en quatre classes, et a constitué un Conseil Scientifique (CS) chargé d'établir le système de profilage nutritionnel permettant le classement.

Dans une première approche, le score FSA-Ofcom a été calculé sur un échantillon de produits tests constitué par Carrefour et il a été demandé aux experts du CS d'établir les seuils qui leurs semblaient pertinents. Les experts ont eu du mal à se prononcer, d'une part car ils ne comprenaient pas la logique du calcul du score Ofcom, et, d'autre part, car ils souhaitaient élargir la liste des produits tests à des aliments simples couramment consommés et pouvant servir de points de repère et de base de comparaison au classement.

Un échantillon de 220 produits Carrefour comprenant un large éventail de produits "de base" a donc été constitué, et les experts du CS ont à nouveau examiné les classements Ofcom. Des anomalies de classement du score Ofcom ont d'emblée été identifiées et, à nouveau, les experts ont été dans l'incapacité de juger les produits sur cette base. Pour mieux comprendre la logique du Ofcom, ils ont demandé à ce que les scores SAIN et LIM, qu'ils connaissaient mieux, et qui avaient du sens pour eux (% d'adéquation et % d'excès), soient calculés à titre de comparaison. Un travail d'analyse des recettes et de rapprochement des ingrédients avec la table Ciqua a été réalisé sur les 220 produits réels afin de pouvoir calculer leurs scores SAIN et LIM. Ce travail a permis d'établir un comparatif entre le classement SAIN,LIM et le classement 5C, tel que décrit par le site Open Food Facts à ce moment-là.

En parallèle, tous les aliments de la table CIQUAL ont été répartis dans les quatre classes du système SAIN, LIM (de l'AFSSA) et dans les cinq classes du système 5C (version de l'été 2014), et les classement ont été comparés graphiquement et statistiquement (27).

- Les corrélations (de Spearman) ont mis en évidence que le score Ofcom-5C (version de l'été 2014) était fortement associé au LIM (0.91) et faiblement au SAIN (-0.48). Ceci montrait que le 5C classe avant tout les aliments selon leur teneur en nutriments « en excès » ou « à limiter », ce qui n'était pas sans rappeler des résultats obtenus déjà 10 ans avant et montrant que le score Ofcom était très fortement associé au LIM et à la densité énergétique des aliments (20).

- L'analyse graphique (voir **Figure 3**) a confirmé que le classement 5C était relativement "aveugle" à la densité nutritionnelle des aliments (estimée par le SAIN), notamment pour des niveaux de LIM intermédiaires. En effet, pour une même valeur de LIM, des aliments peuvent être classés D ou E par le 5C alors qu'ils ont une bonne densité nutritionnelle (un SAIN élevé), et d'autres peuvent être classés B ou C alors qu'ils ne présentent pas d'intérêt nutritionnel avéré (SAIN faible). Le classement 5C ne fait pas la distinction pas entre des aliments de fort ou de faible SAIN.

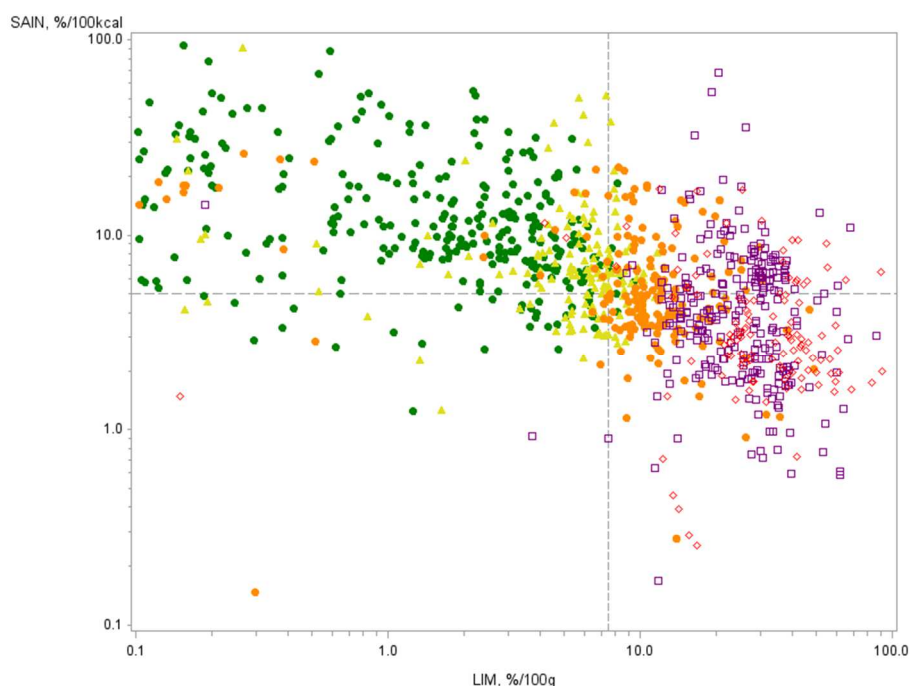


Figure 3. Projection des aliments sur le plan SAIN,LIM avec les couleurs du 5C.

Plusieurs aberrations de classement du 5C ont été relevées par les experts du CS Carrefour :

- Anormale tolérance pour des produits qui ont un seul très gros défaut (sel de table et sucre en poudre par exemple ne sont pas classés E) ;
- Laxisme envers les produits sucrés (desserts lactés sucrés souvent mieux classés que de simples yaourts, compote sucrée aussi bien classée que sans sucres ajoutés, ...) ;
- Anormale sévérité envers les poissons et les produits de la mer ;
- Anormale sévérité envers le lait et les produits laitiers frais (corrigée en partie avec le 5C HCSP) ;
- Anormale sévérité envers les pur jus d'agrumes ;
- Etrange tolérance envers des produits sans intérêt nutritionnel comme les nuggets, les cordons bleus, les quenelles, les viandes grasses, ... ;
- Très bon classement des produits industriels à base de pomme de terre, notamment frites surgelées, pommes rissolées surgelées ... ;
- Classements discutables tels que : chips mieux classées que le fromage, sucre mieux classé que le chocolat.

Ce constat n'était pas sans rappeler les résultats d'une étude réalisée par **Véronique Braesco**, et qui montrait il y a 10 ans déjà que le score Ofcom classe les aliments de façon relativement peu en accord avec les avis d'experts français : corrélation 0,725 (28).

Si les experts du CS Carrefour étaient prêts à accepter l'idée que le système devait aider les consommateurs à choisir entre produits d'une même marque ou même entre produits de même dénomination, ils insistaient sur le fait que les classements inter-catégories devaient refléter un certain « bon sens nutritionnel ». En effet, si le consommateur fait effectivement son choix dans un rayon entre produits semblables, les produits de rayons différents se retrouvent au final dans un même caddie, et il y aurait un risque de dissonance cognitive si le classement s'avérait contraire au bon sens nutritionnel et globalement incohérent avec les messages du PNNS sur les grands groupes d'aliments.

Ces analyses préliminaires ont conduit le CS Carrefour à prendre la décision de développer son propre algorithme. Initialement, l'idée était de garder « le meilleur des 2 systèmes » après avoir analysé, sur un plan technique, les forces et les faiblesses de chacun, telles que présentées dans le **Tableau 6**.

Tableau 6. Forces et faiblesses des systèmes SAIN,LIM et 5C en vue d'une utilisation pour un étiquetage nutritionnel simplifié

	SAIN,LIM (Afssa)	5C (FSA-Ofcom-HCSP)
FORCES	- "The French nutrient profiling system" selon l'OMS (1). - Très peu de décisions arbitraires dans sa construction : - Intégration de recommandations sur les nutriments dans les calculs du SAIN et du LIM permet d'exprimer les scores en unités significatives - Justification des deux seuils (5 pour le SAIN et 7,5 pour le LIM) par la logique et le calcul ; - Représentation graphique possible.	- Basé presque exclusivement sur des informations étiquetées ; - Un score unique permet un découpage en autant de classes que nécessaire.
FAIBLESSES	- Inutilisable tel quel pour l'étiquetage de type coloriel simple, car les 4 classes ne sont pas ordonnées et il est donc possible de "sauter" 1 ou 2 classes par une reformulation mineure ; - La classe 2 est inutile car presque vide. En effet, à l'exception des produits céréaliers raffinés, très peu d'aliments ont une faible densité nutritionnelle (faible SAIN) et une faible charge en sel, sucres, AGS (faible LIM) ; - Le SAIN,LIM discrimine des catégories entières d'aliments notamment les produits gras et sucrés, et la plupart des fromages et des charcuteries sont en 4. Ceci était souhaité ans le cadre initial de sa conception (utilisation en vue d'identifier les aliments ayant un suffisamment bon profil pour pouvoir porter une allégation nutritionnelle) mais pas en vue d'un étiquetage permettant de discriminer non seulement les produits entre catégories, mais aussi au sein des catégories, des familles et entre produits similaires ; - Recours à des valeurs nutritionnelles non étiquetées (Fibres, Ca, Fer, Vit. D, AGMI, ALA, Vit E, sucres ajoutés) ; - Nécessité d'avoir l'information sur l'enrichissement car l'AFSSA stipule que les nutriments ayant fait l'objet d'un enrichissement ne doivent pas être comptabilisés dans le SAIN pour éviter des enrichissements abusifs, et la mauvaise estimation de la valeur nutritionnelle intrinsèque du produit.	- Aberrations de classement (voir page précédente) rendant impossible son application sans modification préalable ; - Pas d'intégration des recommandations questionnant son interprétation, et limitant sa valeur pédagogique ; - Pas de représentation graphique donc faible valeur pédagogique ; - Recours à des valeurs nutritionnelles non étiquetées (Fibres, F&L).

Sur ces bases, les experts du CS ont élaboré une version (version V1) dans laquelle :

- Les seuils définissant les classes ont été redessinés sur la base de l'expertise pragmatique (comme recommandé par l'OMS dans l'étape 8 du rapport sur les profils nutritionnels (1)) pour : i) éviter le saut de classes; ii) obtenir des classes ordonnées; iii) garder le principe du système SAIN,LIM, à savoir : favoriser, pour un même niveau de LIM, les aliments de plus forte densité nutritionnelle (i.e. de plus fort SAIN); conserver un classement cohérent avec le bon sens nutritionnel ;
- Des options de déclassement en fonction de la teneur en viande ou poisson et/ou de la densité énergétique, en vue d'une cohérence avec les guides alimentaires qui recommandent tous de diminuer la densité énergétique de l'alimentation et d'accroître la part des produits végétaux dans l'alimentation ;
- La définition de la classe 1 combinait les deux systèmes (un aliment était classé "vert s'il était soit dans la classe 1 du SAIN,LIM, soit dans la classe A du 5C).

Cette version V1, a été présentée comme une proposition préliminaire d'algorithme lors de la réunion de concertation le 23 juin 2015 (voir **Figure 4**).

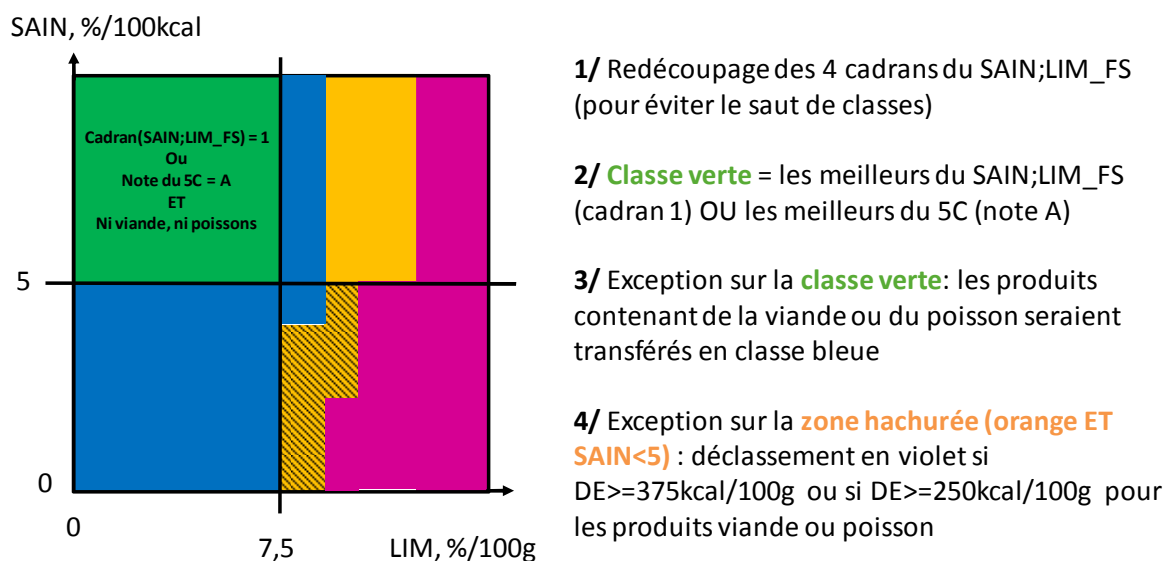


Figure 4. La version V1 de l'algorithme

Le choix d'adopter une approche collaborative pour le développement de l'algorithme du SENS

Carrefour a ensuite proposé à la FCD d'ouvrir son système aux autres opérateurs, y compris aux distributeurs concurrents, afin qu'il puisse faire l'objet d'une large concertation et soit modifié en vue de le simplifier et de l'améliorer. Un COPIL piloté par la FCD et comprenant des représentants de la grande distribution, d'industries et d'interprofessions a été constitué. Des représentants d'associations de consommateurs ont également été conviés mais les statuts de leurs organisations interdisaient la participation à une telle démarche. Plusieurs groupes de travail ont été formés, dont le GT algorithme. Un nouveau CS a été constitué. **Nicole Darmon** (UMR NORT INRA-INSERM, Aix Marseille Université) a été chargée de la responsabilité scientifique du développement et de la validation du nouvel algorithme. Le travail a été réalisé techniquement par **Matthieu Maillot** (MS-Nutrition), avec l'appui scientifique et opérationnel de **Véronique Braesco** (VAB-Nutrition), en relation régulière avec le GT algorithme et, de façon plus espacée, avec le COPIL et le CS.

L'algorithme du SENS a donc été élaboré progressivement et de façon collaborative, sur la base de nombreux aller-retours entre le COPIL, le GT algorithme et le CS, à partir de la proposition initiale de Carrefour (version V1). Tout a été mis en œuvre pour répondre du mieux possible à toutes les questions et attentes des membres du COPIL, en tenant compte des remarques et orientations données par le CS, le GT s'étant fixé pour ligne directrice de rester intègre, rigoureux et transparent dans la démarche d'évolution de l'algorithme en vue de le simplifier tout en l'améliorant.

Cette démarche de co-construction est en accord avec les recommandations de l'OMS qui stipulent (dans le rapport « *What Works* » sur les conditions de succès des interventions sur l'alimentation et l'activité physique) que les interventions doivent être menées de manière participative et multi-partenaire, et que les plus efficaces sont celles qui impliquent les participants à toutes les étapes de l'action, de sa planification à sa mise en œuvre (29). Le règlement INCO stipule lui aussi (au point b) de l'article 35) que le système d'étiquetage simplifié devra "être le résultat de la consultation d'un large éventail de groupes d'intérêts" (4).

L'établissement de principes directeurs pour le développement de l'algorithme du SENS

De manière conjointe, le CS et le COPIL ont établi ou réaffirmé quelques principes directeurs qui ont guidé l'évolution du système jusqu'à sa forme actuelle. Ces principes ont été des guides importants pour ne pas perdre de vue l'objectif premier : construire un système nutritionnellement pertinent, argumenté, transparent, validé et *in fine* utilisé. Ces principes de base étaient les suivants :

- Un système transversal : la même logique générale pour toutes les catégories d'aliments, avec des ajustements pour tenir compte des spécificités de certaines catégories ; le concept de base issu du système SAIN,LIM de l'AFSSA (prise en compte des aspects nutritionnels favorables et défavorables d'un aliment, prise en compte de la densité énergétique, utilisation de valeurs nutritionnellement significatives (recommandations nutritionnelles et valeurs des seuils principaux du SAIN et du LIM) a ainsi toujours été respecté.
- Une classification en 4 classes. Ce nombre, volontairement assez restreint, a été choisi afin d'éviter un message confus si le nombre de classes est trop élevé ; un nombre pair a été retenu, afin d'éviter une classe intermédiaire neutre difficilement interprétable.
- La recherche de la plus grande cohérence possible des positionnements des différents aliments les uns par rapport aux autres. Ceci s'est traduit par la prise en compte de la pertinence nutritionnelle des positionnements relatifs (au vu des compositions nutritionnelles et non des seules dénominations des aliments, afin d'éviter les idées reçues), mais aussi par un nécessaire pragmatisme : un nombre limité de classes limite aussi la finesse des classements, notamment au sein des catégories. Les exigences de cohérence globale et de finesse de classement sont contradictoires : il s'agit de trouver le meilleur équilibre entre ces deux exigences et c'est cet équilibre que l'algorithme du SENS cherche à atteindre.
- Le respect de l'arbitrage de la validation par modélisation. Bien qu'elle ne soit pas la seule méthode de validation, la modélisation par programmation linéaire (voir partie 4) permet une vérification rapide de la pertinence nutritionnelle de la classification globale. Au cours des différentes étapes de l'élaboration de l'algorithme, les résultats de la validation sur diètes optimisées a permis de vérifier que chaque étape améliorerait, ou *a minima* ne dégradait pas, le degré de validation.

Les évolutions de l'algorithme du SENS, de la V1 à la V19

L'algorithme a été profondément remanié et amélioré depuis 2013. Nous nous contenterons de décrire ici dans leurs grandes lignes les évolutions de la V1 à la V19, version finalement retenue et présentée dans le chapitre 1 du présent rapport¹³. En juillet 2014, la version V1 a été présentée au COPIL qui a exprimé les critiques et les attentes suivantes :

- Eviter de combiner les deux systèmes (SAIN,LIM et Ofcom) :
 - Si le choix se porte sur le Ofcom, tenter de l'améliorer en adoptant une approche graphique comme le fait le SAIN,LIM ;
 - Si le choix se porte sur le SAIN,LIM, tenter de réduire le nombre de nutriments non étiquetés.
- Quel que soit le système de départ choisi :
 - Incorporer à l'algorithme les AQR cités à l'article XIII du règlement INCO, ou, en l'absence d'AQR, pouvoir faire référence à d'autres recommandations officielles explicitement référencées ;
 - Mieux valoriser les caractéristiques positives des catégories ;
 - Optimiser la répartition des aliments d'une même famille dans les différentes classes sans perdre la pertinence inter-catégories.

Concernant le premier point (choix entre SAIN,LIM et Ofcom), le choix s'est rapidement porté sur le système SAIN,LIM comme algorithme de départ.

¹³ Il n'est pas question de décrire ici dans le détail chaque version de la V1 à la V19. Un document technique (notes de travail) retraçant ces évolutions est disponible sur demande. Il a été tenu à jour par le GT algorithme afin de garantir la traçabilité de la démarche.

Ce choix a été motivé par :

- i) La possibilité d'incorporer les AQR dans le système SAIN,LIM et pas dans le score Ofcom ;
- ii) La difficulté de faire évoluer le score Ofcom (car c'est un score non significatif intégrant multiples critères de jugement sans justification lisible des seuils utilisés pour les différentes variables constitutives du score) ;
- iii) La possibilité d'adopter une approche graphique pour juger des classements selon le SAIN,LIM et pas pour le Ofcom (une tentative a toutefois été lancée avec le Ofcom en utilisant les sous-scores A et C mais s'est avérée totalement infructueuse, de nombreux aliments étant tout bonnement superposés sur le plan, voir **Figure 5**) ;
- iv) L'existence du score SAINcat, et la possibilité, à travers le principe du nutriment optionnel, de tenir compte de la spécificité nutritionnelle des catégories.

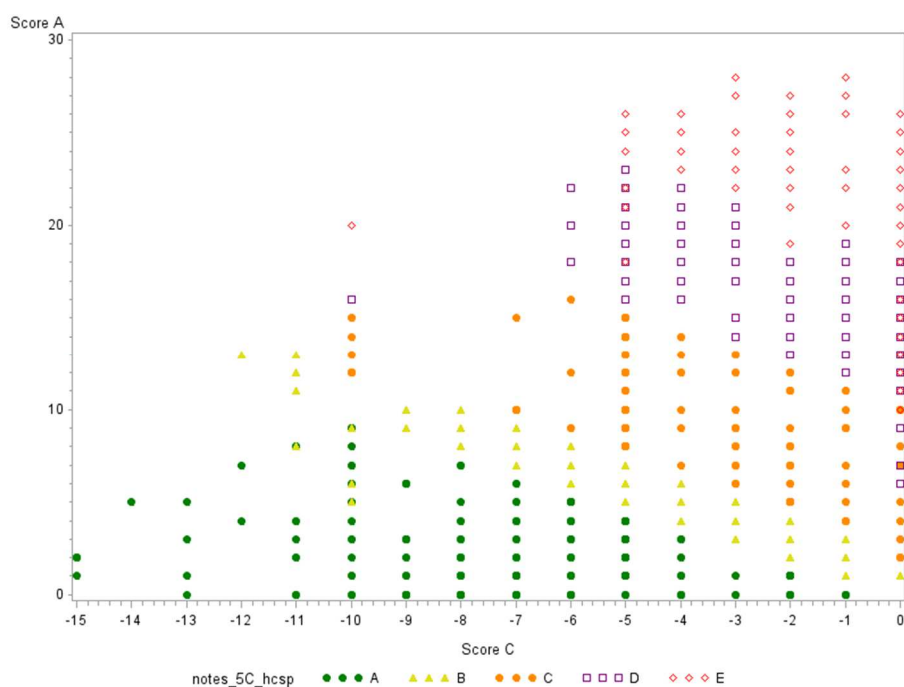


Figure 5. Aliments projetés sur le plan des scores A et C du Ofcom, avec les couleurs du 5C

Concernant le deuxième point (AQR, seuils, catégories, pertinence intra- et inter-catégories), une fois l'algorithme SAIN,LIM choisi comme point de départ, une démarche pas à pas a été poursuivie, avec à chaque étape et à chaque version de l'algorithme, l'introduction d'un ou deux changements par rapport à l'algorithme précédent, et l'identification des modifications de classement induites par ces changements d'algorithme.

Le premier gros chantier a été le **remplacement des ANC par les AQR**, d'une part parce que certains nutriments du SAIN,LIM n'ont pas d'AQR, d'autre part parce que toute modification des scores induit le risque que les seuils principaux soient nutritionnellement moins pertinents.

Certains des nutriments du système SAIN,LIM de l'AFSSA n'avaient pas d'AQR : c'est le cas des fibres, des sucres ajoutés, des AGMI et de l'ALA.

- Pour les **fibres**, des essais pas à pas nous ont amenés à adopter un seuil de 20g, inférieur aux apports nutritionnels conseillés (ANC), car il permet de mieux valoriser les aliments riches en fibres que si nous avons opté pour des niveaux supérieurs de recommandation (puisque la teneur en nutriment est *divisée* par la recommandation).

- Pour les **sucre**s, des essais de « passer » aux sucres totaux ont été régulièrement tentés (sur différentes versions de l'algorithme), sans aucun succès concernant la pertinence des classements qui en résultaient. Puisqu'il n'y avait pas de définition officielle pour les sucres ajoutés, nous avons remplacé les sucres ajoutés par les sucres libres qui font l'objet de plusieurs rapports officiels et de recommandations d'apport maximal (voir le paragraphe dédié au choix des sucres libres dans le **chapitre 2.2.**). La valeur de 10% de l'énergie sous forme de sucres libres a été retenue, et correspondait à celle déjà utilisée pour les sucres ajoutés dans le système SAIN,LIM de l'AFSSA.
- Pour les **AGMI** et l'**ALA**, en l'absence d'AQR, le choix a été de garder la valeur utilisée dans le système SAIN,LIM de l'AFSSA.

Le remplacement des ANC par les AQR n'a pas beaucoup modifié les valeurs du SAIN. Ceci nous a permis de rapidement décider de **garder la valeur de 5% comme seuil principal du nouveau SAIN_{SENS}**, comme dans le système SAIN,LIM de l'AFSSA. Ceci était une force du nouveau système car ce seuil de 5% est justifiable par le fait qu'il correspond à 100% d'adéquation pour 2000kcal.

En revanche, les seuils AQR pour le sodium et les AGS étant plus stricts que les valeurs utilisées dans le LIM, la grande majorité des aliments ont vu leur LIM(AQR) augmenter. Seuls les aliments contenant uniquement des sucres libres comme composant disqualifiant (ex yaourts sucrés, compotes) avaient un LIM(AQR) identique au LIM initial. D'autres aliments contenant peu de sodium mais des AGS en quantité modérée n'ont eu qu'une faible augmentation de leur LIM. Ceci posait le problème du seuil principal du LIM : puisque le LIM(AQR) était plus élevé que celui de LIM de base, ne fallait-il pas opérer une translation du seuil principal du LIM ? Dans le système SAIN,LIM de l'AFSSA, le seuil du LIM de base était égal à 7,5 et se justifie par le fait qu'il correspond à 0% d'excès en nutriments disqualifiants pour un ingéré de 1330g, correspondant à l'ingéré journalier moyen des adultes en France. En 2008, ce choix de ce seuil avait été conforté par le fait que la baguette générique avait un LIM à 7,4 environ, évitant ainsi son passage en classe 4 du système SAIN,LIM initial. Or, avec l'intégration des AQR, le LIM(AQR) de la baguette passait à 9,7. Nous avons alors testé un seuil de LIM(AQR) à 10, mais ceci a introduit des distorsions de classement que nous avons considérées inacceptables, et notamment une survalorisation de certains produits sucrés. Nous avons donc décidé de **garder la valeur de 7,5 pour le nouveau LIM_{SENS}**. Nous avons parfaitement conscience que ce seuil est sévère, notamment pour les produits de panification. Néanmoins, nous avons vérifié que pour avoir un LIM_{SENS} <7,5, un pain sans AGS ni sucres libres peut comporter jusqu'à 540mg de Na pour 100g, ce qui accorde même un peu de souplesse par rapport à la recommandation de l'ANSES (30) en matière d'ajout de sel dans le pain (18 g de sel par kg de farine, correspondant à peu près à 400 mg de Na dans 100g de pain).

Tableau 7. Comparaison entre les valeurs de référence utilisées dans le SAIN,LIM de l'AFSSA (2) et les AQR de la réglementation européenne (4).

	ANC ¹	AQR
Nutriments qualifiants		
Protéines (g)	65	50
Fibres (g)	25	pas d'AQR
Vitamine C ² (mg)	110	80
Calcium (mg)	900	800
Fer ³ (mg)	12,5	14
Vitamine D ³ (µg)	5	5
Vitamine E ³ (mg)	12	12
Acide Alpha-Linolénique, ALA ⁴ (g)	1,8	pas d'AQR
Acides Gras Mono-insaturés, AGMI ⁴ (g)	44,4	pas d'AQR
Nutriments disqualifiants		
Acides Gras Saturés, AGS (g)	22	20
Sucres ajoutés ⁵ (g)	50	pas d'AQR
Sodium (mg)	3153	2400

¹ ANC ou référence utilisée dans le système SAIN,LIM de l'AFSSA

² Vitamine C utilisée uniquement pour les boissons dans l'algorithme du SENS

³ Fer, vitamines D et E finalement pas utilisés dans l'algorithme du SENS

⁴ ALA et AGMI utilisés uniquement pour les matières grasses dans l'algorithme du SENS

⁵ deviennent sucres libres dans l'algorithme du SENS

En dehors de l'introduction des AQR et du passage des sucres ajoutés aux sucres libres, **la formule du LIM_{SENS} n'a pas changé** par rapport à celle du système SAIN,LIM de l'AFSSA.

En revanche, **le SAIN a été progressivement modifié**. Les protéines et les fibres y sont toujours présentes de façon transversale, mais les changements suivants ont été apportés :

- La **vitamine C**, dont les teneurs peuvent varier fortement en raison des traitements et des teneurs initiales a été supprimée, sauf pour les boissons. En effet, les jus de fruits, notamment les jus d'agrumes, sont des sources majeures des apports en vitamine C (15% à 30% selon l'âge) dans la population française (31). La teneur en vitamine C des jus de fruits est le plus souvent étiquetée et peut être facilement obtenue dans les autres cas. Pour la formule générale des aliments solides (hors matières grasses), la vitamine C a été remplacée par la proportion de F&L divisée par 10, et contrairement aux autres termes du score, ce ratio n'est pas exprimé pour 100kcal. Ceci est justifié par le fait que, dans le système SAIN,LIM initial, la vitamine C servait en réalité de marqueur pour la présence de fruits et légumes. Le choix de diviser par 10 la proportion de F&L pour les aliments (hors boissons) est expliqué par la volonté de valoriser les fruits et légumes sans toutefois leur accorder une importance démesurée par rapport aux autres termes du SAIN_{SENS}, et tout en restant dans des ordres de grandeurs similaires à ceux obtenus initialement avec la vitamine C. Ainsi, avec le nouvel algorithme (hors boissons et matières grasses), un fruit ou un légume 100% gagne d'emblée 2,5 points de SAIN_{SENS}, rien que du fait de sa teneur en fruits et légumes¹⁴.
- Le **fer** a d'abord été supprimé de l'équation principale du SAIN_{SENS} et utilisé comme nutriment spécifique des catégories viande et poisson, puis il a été totalement supprimé après de nombreux tests mettant en évidence que la viande ne nécessitait pas de valorisation spécifique, et que, pour le poisson, il suffisait de compter deux fois les protéines (ce qui revient à considérer les protéines comme nutriment optionnel spécifique de la catégorie poisson avec un facteur de pondération

¹⁴ Proportion 1 (car 100% fruit ou légume) divisée par 10, puis division par 4 (car 4 termes), puis multiplication par 100 (car expression en %)

de 1) pour le valoriser correctement. Le retrait du fer a conduit au retrait d'un terme de l'équation du SAIN et à une division par 4 au lieu de 5 : les 4 termes du SAIN_{SENS} sont : protéines, fibres, F&L, et le terme du nutriment spécifique de la catégorie.

- Concernant la **vitamine D**, elle a tout d'abord été retirée comme nutriment optionnel transversal à tous les aliments (ce qui était le cas dans le SAIN, LIM de l'AFSSA), puis différents tests visant à l'utiliser comme nutriment spécifique du poisson et des œufs ont été réalisés, pour finalement se rendre compte qu'il suffisait, pour les œufs comme pour le poisson, d'utiliser dans le SAIN_{SENS} les protéines comme nutriment spécifique de la catégorie pour les valoriser correctement.
- Concernant le **calcium**, qui était un nutriment transversal commun à tous les aliments dans le système SAIN, LIM de l'AFSSA, il a été considéré dans le SAIN_{SENS} comme nutriment spécifique des produits laitiers, du fait de leur contribution majeure aux apports en calcium dans la population française (26). Différents tests ont été conduits avec différentes pondérations sur le calcium, et en distinguant, ou pas, le fromage des autres produits laitiers. Ces tests ont montré que pour mieux différencier les fromages entre eux (notamment sur leur contenu en calcium et en lipides) et obtenir leur répartition dans plusieurs classes, sans survaloriser dans le même temps les produits laitiers frais, il était nécessaire de séparer les deux sous-catégories, et de compter deux fois les teneurs en calcium du fromage et une fois pour les autres produits laitiers. Des essais avaient été réalisés avec trois fois le calcium pour les fromages et 2 fois le calcium pour les autres produits laitiers (notamment dans la V17 présentée lors de la réunion de concertation du 27 octobre 2015), mais dans cette V17 le SAIN était toujours divisé par 5 (alors qu'il n'avait que 4 termes). Sa division par 4 et une modification des seuils secondaires du SAIN_{SENS} et du LIM_{SENS} (passage de la V18 à la V19) ont permis de normaliser et d'aboutir aux facteurs de pondération de 2 et 1 pour le calcium du fromage et les autres produits laitiers respectivement.
- Concernant les **fibres**, comme les protéines, elles sont utilisées dans le SAIN_{SENS} à la fois comme nutriment transversal pour tous les aliments solides, et comme nutriment spécifique de la catégorie céréales avec un facteur de pondération de 2, et comptent donc au total trois fois pour cette catégorie, ce qui est logique compte tenu de la contribution privilégiée des céréales dans les apports en fibres (26).
- Concernant les nutriments du score **SAIN_{SENS} des matières grasses**, l'adaptation par rapport au SAIN initial a consisté à limiter au maximum le nombre de nutriments lipidiques nécessaires, et à définir un SAIN totalement spécifique des matières grasses. Pour rappel, dans le système SAIN, LIM de l'AFSSA, le SAIN matières grasses était identique au SAIN de base avec deux nutriments à choisir parmi quatre nutriments lipidiques optionnels, ce qui rendait le calcul compliqué et qui n'était pas très pertinent car aucun nutriment du SAIN de base n'était présent dans les matières grasses.
- Concernant les nutriments du **SAIN_{SENS} des boissons**, là aussi l'adaptation par rapport au SAIN du système SAIN, LIM initial a consisté à définir un SAIN totalement spécifique des boissons, et à se limiter aux éléments qualifiants les plus pertinents pour définir la bonne qualité des boissons, à savoir le pourcentage de fruits et légumes et la vitamine C. La réduction à deux éléments qualifiants donne à ceux-ci un poids beaucoup plus important et permet une meilleure discrimination des boissons en fonction de leur teneur en fruits (un nectar est moins valorisé qu'un jus 100% fruits) et en vitamine C. Afin d'éviter qu'un enrichissement en vitamine C ne vienne biaiser cette approche, des valeurs maximales de vitamine C, au-delà desquelles la vitamine C n'entraîne plus d'amélioration du SAIN_{SENS} ont été établies, sur la base de 50 mg (teneur en vitamine C d'un jus maison, selon le CIQUAL) pour un jus 100% (voir section 2.2).

Lors de l'examen de la V17, il est apparu que des positionnements peu cohérents persistaient avec le SENS_{V17}, avec notamment des classements anormalement sévères pour de nombreux aliments. Des modifications visant à assouplir le classement tout en gardant la pertinence globale du système ont donc été apportées :

- Translation générale de toutes les valeurs de SAIN_{SENS} en appliquant la division par 4 au lieu de 5, ce qui était logique puisque le score n'avait plus que 4 termes.
- Cette translation a contribué à accorder un avantage trop important aux produits laitiers (le calcium prenant un poids trop important dans l'équation) et au choix des facteurs de pondération de 2 et 1 pour le calcium contenu dans le fromage et les autres produits laitiers respectivement (voir ci-dessus, paragraphe sur le calcium).
- Assouplissement de quelques seuils secondaires de SAIN_{SENS} et de LIM_{SENS} pour résoudre certaines incohérences de positionnements.

L'impact de ces tous derniers changements sur le classement peut être apprécié à travers l'exemple d'un ensemble de plats cuisinés réels. Le **Tableau 8** compare numériquement les classements obtenus avec la V18, la V19 et le 5C. La V18 était beaucoup plus sévère que la V19. La V19 donnait une répartition quantitativement comparable à celle du 5C.

Cependant, le **Tableau 9** montre que cette apparente concordance sur un plan purement numérique cache en fait des différences importantes dans le type de produits positionnés dans les différentes classes selon le 5C et le SENS (V19). Quand on rentre dans le détail des produits, on se rend compte que leur positionnement n'est pas le même selon le SENS (V19) et le 5C. Ceci souligne qu'un vrai comparatif des systèmes ne devrait pas se limiter à observer la distribution numérique des aliments dans les classes, mais devrait aussi regarder plus finement quels aliments sont positionnés dans quelles classes. En l'occurrence, concernant l'exemple donné ci-dessous, ce qui faisait principalement la différence était le fait que le 5C classait plus positivement que le SENS les produits dérivés de pommes de terre (frites, pommes de terre rissolées, etc.) alors que le 5C classait plus négativement que le SENS les produits à base de poisson (plats cuisinés contenant du poisson, poisson pané).

Tableau 8. Comparatif des classements avec la V18, la V19 (le SENS) et le 5C de plats cuisinés réels

	A	B	C	D	E
Nombre de références selon 5C	54	45	10	3	0
	1	2	3	4	
Nombre de références selon V18	37	56	11	8	
	1	2	3	4	
Nombre de références selon V19	50	45	12	5	

Tableau 9. Positionnement des plats cuisinés réels avec la V19 (le SENS) et le 5C

Selon V19	Selon 5C
50 produits en classe 1	35 en classe A, 15 en classe B
45 produits en classe 2	19 en classe A, 25 en classe B, 1 en classe C
12 produits en classe 3	5 en classe B, 5 en classe C, 2 en classe D
5 produits en classe 4	4 en classe C, 1 en classe D

Pour compléter le descriptif de l'évolution de l'algorithme du SENS, les classements obtenus avec la V19 du SENS ont été comparés à ceux obtenus avec le SAIN,LIM de l'AFSSA et (Tableau 10).

Tableau 10. Classement des aliments CIQUAL avec le SAIN,LIM AFSSA et l'algorithme du SENS, selon les catégories MS-Nutrition

	SAIN,LIM AFSSA					SENS			
	1	2	3	4		1	2	3	4
	N	N	N	N		N	N	N	N
Légume, crudité, soupe	104	1	2	.		100	6	1	.
Fruit frais et transformé	42	6	3	3		42	8	4	.
Fruit sec et oléagineux	6	4	5	5		1	6	8	5
Féculent raffiné	.	13	1	6		3	10	6	1
Féculent non raffiné	20	11	2	3		18	14	3	1
Céréales petit déjeuner*	1	1	19	4		2	2	12	9
Oeuf	7	.	4	2		5	3	5	.
Poissons	64	2	24	4		66	13	12	3
Viandes	47	2	35	43		38	21	31	37
Plats préparés et bouillons	31	16	10	14		17	31	15	8
Sandwich et feuilleté	2	12	12	59		1	12	35	37
Lait	13	1	4	1		14	3	2	.
Yaourt	27	3	6	13		28	9	12	.
Fromage	.	1	66	38		.	13	82	10
Dessert lacté	4	.	4	18		2	1	20	3
Gateau, tarte... viennoiserie	.	2	4	68		.	.	10	64
Biscuits et sucreries	1	1	8	59		1	.	1	67
Eau	.	56	.	.		56	.	.	.
Thé, café	8	1	4	1		1	8	1	4
Boisson avec édulcorant	4	2	.	.		.	6	.	.
Boisson sucrée	2	5	9	13		.	5	8	16
Jus de fruit sans sucre ajouté	21	2	1	.		.	21	3	.
Matière grasse animale	.	.	1	31		.	.	6	26
Matière grasse végétale	.	.	45	23		.	15	45	8
Epices et sauces	7	.	6	15		3	3	8	14
Tofu	1	.	.	.		1	.	.	.
Crème à base de soja	1	.	.	.		.	1	.	.
Boisson au lait de soja	1	.	.	.		.	1	.	.
Huile de soja	.	.	1	.		.	.	.	1
Steak de soja	1	.	.	.		1	.	.	.
TOTAL	415	142	276	423		400	212	330	314

* Pour les céréales du petit déjeuner, le calcul du SAIN AFSSA est faussé car il n'a pas été possible de distinguer les nutriments artificiellement ajoutés des nutriments intrinsèquement présents. Le cas ne se pose pas avec le calcul du SENS puisque pour ces produits la formule $SAIN_{SENS}$ n'inclut pas de nutriments susceptibles d'avoir été ajoutés (fer, vit C, calcium notamment).

L'évolution du SAIN,LIM au SENS a permis de rééquilibrer les 4 classes, avec plus d'aliments dans les classes intermédiaires et moins dans les classes extrêmes. La logique générale du classement SAIN,LIM est conservée avec le SENS. On peut noter cependant quelques évolutions : les féculents et les produits

laitiers, notamment les yaourts et les desserts lactés, sont mieux classés avec le SENS. Les matières grasses, animales comme végétales, sont mieux réparties. Les biscuits et sucreries sont toujours aussi mal classés (mais dans cette catégorie, les valeurs du Ciqual sont peut-être éloignées des valeurs réelles en 2015). Parmi les boissons, seule l'eau est en classe 1. Les plats cuisinés sont répartis différemment. Les sandwiches et feuilletés sont moins discriminés avec le SENS qu'avec le SAIN,LIM.

Le rationnel de l'algorithme du SENS, le principe et les étapes de son développement à partir du système SAIN,LIM de l'AFSSA (Chapitre 3) sont résumés en Annexe 2.

4. Validation de l'algorithme du SENS et de la hiérarchie des 4 classes du SENS

Différentes approches ont été mises en œuvre pour valider l'algorithme du système SENS :

- Analyse des classements sur produits génériques (voir **section 4.1**) et produits réels (voir **section 4.2**), et confrontation avec les recommandations diététiques et les repères de consommation du PNNS ;
- Analyse des consommations alimentaires individuelles observées dans la population adulte en France (INCA2) pour vérifier que l'algorithme permet bien d'aboutir à un classement hiérarchique des aliments au regard de leur contribution à une alimentation de bonne qualité nutritionnelle (voir **section 4.3**) ;
- Modélisation des mêmes rations individuelles (INCA2) et analyses des changements alimentaires nécessaires à l'atteinte de l'ensemble des recommandations nutritionnelles pour :
 - Vérifier que l'algorithme permet bien d'aboutir à un classement hiérarchique des aliments au regard de leur capacité à favoriser le respect de l'ensemble des recommandations nutritionnelles (voir **section 4.4**) ;
 - Evaluer la pertinence de conseils d'augmentation ou de diminution des consommations (en quantité et en fréquence) en fonction de la classe d'appartenance des aliments.

4.1. Classement des aliments de la base CIQUAL selon l'algorithme du SENS

L'algorithme du SENS a été développé puis testé à partir des données de la table CIQUAL 2013. Après exclusion des épices et des laits en poudre, 1 256 aliments génériques ont été utilisés. La table CIQUAL dispose des compositions nutritionnelles moyennes en macronutriments, micronutriments, en fibres et en acides gras essentiels. Néanmoins, pour le développement du SENS certains éléments (ou caractéristiques des aliments) étaient manquants.

Selon une procédure décrite en **Annexe 3**, la table du CIQUAL a été complétée par les informations suivantes :

- Le % de fruits et légumes, incluant les fruits (crus, cuits, transformés, surgelés, en conserve, etc.) et les légumes (crus, cuits, transformés, surgelés, en conserve, etc.). Ce % n'inclut ni les pommes de terres, ni les légumes secs, ni les fruits séchés, ni les fruits oléagineux, ni le maïs ;
- La teneur en sucres libres ;
- Le % de céréales incluant toutes les céréales (blé, maïs, etc.) sous toutes formes (farine, grain, etc.) ;
- Le % de chair de poissons ;
- Le % d'œufs ;
- Le % de produits laitiers (plus précisément de lait et/ou fromages).

Deux catégorisations ont été utilisées pour analyser la distribution des aliments en fonction des 4 classes du SENS :

- La catégorisation détaillée du CIQUAL (n= 42 catégories) ;
- Une catégorisation développée et utilisée par MS-Nutrition et **Nicole Darmon** (n=30 catégories).

La distribution des aliments dans les 4 classes du SENS est présentée dans les **Tableaux 11 et 12** (pages suivantes) selon les deux types de catégorisations. L'intérêt de présenter les résultats selon ces deux types de catégorisation est qu'ils sont complémentaires. Ainsi la catégorisation en 30 catégories est

moins détaillée pour certains produits comme les féculents (qui sont regroupés en deux catégories seulement : raffinés et non raffinés), mais en isole d'autres, comme, par exemple, les boissons avec édulcorant ou les produits à base de soja.

Outre ces tableaux, la table CIQUAL complétée avec les informations supplémentaires et le classement selon l'algorithme du SENS est fournie sous format Excel (Classement SENS v19 CIQUAL 13_12_2015.xlsx).

Tableau 11. Répartition des aliments CIQUAL en fonction des classes du SENS, par catégorie CIQUAL

	Ensemble	SENS				SENS			
		1	2	3	4	1	2	3	4
		Nombre d'aliments				% ligne			
Tous les aliments	1256	400	212	330	314	31,85	16,88	26,27	25,00
Abats	17	11	5	1	.	64,71	29,41	5,88	.
Beurre	15	.	.	4	11	.	.	26,67	73,33
Huile	31	.	6	21	4	.	19,35	67,74	12,90
Autres graisses	6	.	.	2	4	.	.	33,33	66,67
Biscuits sucrés ou salés et barres	34	.	.	2	32	.	.	5,88	94,12
Boissons fraîches sans alcool	60	.	33	11	16	.	55,00	18,33	26,67
Café	6	.	6	.	.	.	100,00	.	.
Autres boissons chaudes	11	2	4	1	4	18,18	36,36	9,09	36,36
Charcuterie	55	.	3	16	36	.	5,45	29,09	65,45
Chocolat	16	.	.	.	16	.	.	.	100,00
Compotes et fruits cuits	11	1	6	4	.	9,09	54,55	36,36	.
Condiments et sauces	40	2	4	19	15	5,00	10,00	47,50	37,50
Crustacés et mollusques	20	16	3	1	.	80,00	15,00	5,00	.
Céréales pour petit déjeuner	24	1	2	12	9	4,17	8,33	50,00	37,50
Autres céréales	4	2	1	1	.	50,00	25,00	25,00	.
Eaux	56	56	.	.	.	100,00	.	.	.
Entremets, crèmes desserts et laits gélifiés	32	2	2	20	8	6,25	6,25	62,50	25,00
Fromages	105	.	13	82	10	.	12,38	78,10	9,52
Fruits	43	41	2	.	.	95,35	4,65	.	.
Fruits secs et graines oléagineuses	25	2	7	8	8	8,00	28,00	32,00	32,00
Glaces et desserts glacés	11	.	.	2	9	.	.	18,18	81,82
Lait	17	13	1	2	1	76,47	5,88	11,76	5,88
Légumes (hors pommes de terre)	100	93	4	3	.	93,00	4,00	3,00	.
Légumes secs	11	10	.	1	.	90,91	.	9,09	.
Margarine	27	.	9	14	4	.	33,33	51,85	14,81
Œufs et dérivés	13	5	3	5	.	38,46	23,08	38,46	.
Pain et panification sèche	24	3	10	9	2	12,50	41,67	37,50	8,33
Pizzas, quiches et pâtisseries salées	21	.	4	8	9	.	19,05	38,10	42,86
Plats composés	78	16	32	18	12	20,51	41,03	23,08	15,38
Poissons	76	51	10	12	3	67,11	13,16	15,79	3,95
Pommes de terre et apparentés	12	2	8	1	1	16,67	66,67	8,33	8,33
Pâtes	3	2	1	.	.	66,67	33,33	.	.
Pâtisseries et gâteaux	46	.	.	6	40	.	.	13,04	86,96
Riz et blé dur ou concassé	5	2	3	.	.	40,00	60,00	.	.
Sandwichs, casse-croûte	29	.	1	14	14	.	3,45	48,28	48,28
Soupes et bouillons	15	8	7	.	.	53,33	46,67	.	.
Sucres et dérivés	22	.	.	.	22	.	.	.	100,00
Ultra-frais laitier	61	28	9	12	12	45,90	14,75	19,67	19,67
Viande	35	14	8	12	1	40,00	22,86	34,29	2,86
Viennoiserie	12	.	.	2	10	.	.	16,67	83,33
Volaille et gibier	23	15	5	3	.	65,22	21,74	13,04	.
Aliments destinés à une alimentation particulière	4	2	.	1	1	50,00	.	25,00	25,00

Les 1 256 aliments de la table CIQUAL sont répartis de la façon suivante dans les 4 classes du SENS :

- 400 en classe 1 ;
- 212 en classe 2 ;

- 330 en classe 3 ;
- 314 en classe 4.

Les classes 1, 3 et 4 représentent 31,9%, 26,3% et 25,0% respectivement des aliments CIQUAL ce qui montre un bon équilibre entre ces 3 classes. On note toujours cependant une sous-représentation des aliments de la classe 2 : 16,9%¹⁵.

Tableau 12. Répartition des aliments CIQUAL en fonction des classes du SENS, par catégorie d'aliments MS-Nutrition

	Tous	SENS				SENS			
		1	2	3	4	1	2	3	4
		Nombre d'aliments				% ligne			
Tous les aliments	1256	400	212	330	314	31,85	16,88	26,27	25,00
Légumes, crudités, soupes de légumes	107	100	6	1	.	93,46	5,61	0,93	.
Fruits frais et transformés	54	42	8	4	.	77,78	14,81	7,41	.
Fruits secs et oléagineux	20	1	6	8	5	5,00	30,00	40,00	25,00
Féculents raffinés ¹	20	3	10	6	1	15,00	50,00	30,00	5,00
Féculents non raffinés ²	36	18	14	3	1	50,00	38,89	8,33	2,78
Céréales petit déjeuner	25	2	2	12	9	8,00	8,00	48,00	36,00
Œuf	13	5	3	5	.	38,46	23,08	38,46	.
Poissons et produits de la mer	94	66	13	12	3	70,21	13,83	12,77	3,19
Viandes	127	38	21	31	37	29,92	16,54	24,41	29,13
Plats préparés et bouillons	71	17	31	15	8	23,94	43,66	21,13	11,27
Sandwiches et feuilletés	85	1	12	35	37	1,18	14,12	41,18	43,53
Laits	19	14	3	2	.	73,68	15,79	10,53	.
Yaourts, fromages blancs, petits suisses	49	28	9	12	.	57,14	18,37	24,49	.
Fromages	105	.	13	82	10	.	12,38	78,10	9,52
Desserts lactés	26	2	1	20	3	7,69	3,85	76,92	11,54
Gâteaux, tartes... viennoiseries	74	.	.	10	64	.	.	13,51	86,49
Biscuits et sucreries	69	1	.	1	67	1,45	.	1,45	97,10
Eau	56	56	.	.	.	100,00	.	.	.
Thé, café	14	1	8	1	4	7,14	57,14	7,14	28,57
Boissons avec édulcorant	6	.	6	.	.	.	100,00	.	.
Boissons sucrées	29	.	5	8	16	.	17,24	27,59	55,17
Jus de fruits sans sucres ajoutés	24	.	21	3	.	.	87,50	12,50	.
Matières grasses animales	32	.	.	6	26	.	.	18,75	81,25
Matières grasses végétales	68	.	15	45	8	.	22,06	66,18	11,76
Epices et sauces	28	3	3	8	14	10,71	10,71	28,57	50,00
Tofu	1	1	.	.	.	100,00	.	.	.
Crème à base de soja	1	.	1	.	.	.	100,00	.	.
Boisson au lait de soja	1	.	1	.	.	.	100,00	.	.
Huile de soja	1	.	.	.	1	.	.	.	100,00
Steak de soja	1	1	.	.	.	100,00	.	.	.

¹ Féculents raffinés comprend : pain blanc, biscottes non complètes, riz blanc, pâtes, semoule ...

² Féculents non raffinés comprend : pain complet ou aux céréales, autres produits céréaliers complets, légumes secs, pommes de terre, autres tubercules ...

NB : Les aliments touchés par les règles de déclassement sur la densité énergétique (et le Na pour la classe 3), sont des biscottes >400kcal/100g (de 1 en 2, ou de 2 en 3), des fruits oléagineux non salés (de 2 en 3) et salés (de 3 en 4).

¹⁵ Cette sous-représentation en nombre des aliments de la classe 2 n'était pas associée à une sous-représentation de la contribution calorique de la classe 2 à la diète (voir Figure 6 ci-après), notamment du fait de la représentation importante des féculents, contributeurs majeurs aux apports caloriques journaliers, dans la classe 2.

Les **Tableaux 11 et 12** mettent en évidence que **le SENS classe les aliments en accord avec le bon sens nutritionnel et les repères de consommation du PNNS** :

- Les fruits et légumes sont majoritairement en 1 ;
- Les produits sucrés sont majoritairement en 4, mais les desserts lactés (77% en 3) sont mieux classés que les gâteaux, tartes et viennoiseries (86% en 4), eux-mêmes mieux classés que les biscuits et sucreries (97% en 4) ;
- Les féculents sont bien classés (majoritairement en 1 ou 2) et les non raffinés (50% en 1) sont mieux classés que les raffinés (15% en 1) ;
- Les poissons et produits de la mer (70% en 1) sont mieux classés que les viandes (30% en 1 seulement) ;
- Le lait et les produits laitiers hors fromage sont mieux classés que les desserts lactés ;
- Les matières grasses végétales (66% en 3) sont mieux classées que animales (81 % en 4) ;
- L'eau est la seule boisson en 1 ;
- Les jus de fruits sans sucres ajoutés sont mieux classés que les boissons sucrées (87% en 2 et 72% en 4, respectivement).

Le **Tableau 13** ci-dessous présente les mêmes résultats que ceux du **Tableau 11** (répartition des aliments CIQUAL en fonction des classes du SENS, par catégorie CIQUAL), en triant les catégories par ordre décroissant du nombre de classes dans lesquelles elles sont distribuées :

Tableau 13. Liste des catégories, par ordre décroissant du nombre de classes dans lesquelles elles sont distribuées

% en ligne	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Quatre classes (n=12 catégories)				
Autres boissons chaudes	18,18	36,36	9,09	36,36
Condiments et sauces	5,00	10,00	47,50	37,50
Céréales pour petit déjeuner	4,17	8,33	50,00	37,50
Entremets, crèmes desserts et laits gélifiés	6,25	6,25	62,50	25,00
Fruits secs et graines oléagineuses	8,00	28,00	32,00	32,00
Lait	76,47	5,88	11,76	5,88
Pain et panification sèche	12,50	41,67	37,50	8,33
Plats composés	20,51	41,03	23,08	15,38
Poissons	67,11	13,16	15,79	3,95
Pommes de terre et apparentés	16,67	66,67	8,33	8,33
Ultra-frais laitier	45,90	14,75	19,67	19,67
Viande	40,00	22,86	34,29	2,86
Trois classes (n=15 catégories)				
Légumes (hors pommes de terre)	93,00	4,00	3,00	.
Compotes et fruits cuits	9,09	54,55	36,36	.
Autres céréales	50,00	25,00	25,00	.
Abats	64,71	29,41	5,88	.
Œufs et dérivés	38,46	23,08	38,46	.
Volaille et gibier	65,22	21,74	13,04	.
Crustacés et mollusques	80,00	15,00	5,00	.
Charcuterie	.	5,45	29,09	65,45
Boissons fraîches sans alcool	.	55,00	18,33	26,67
Fromages	.	12,38	78,10	9,52
Huile	.	19,35	67,74	12,90
Margarine	.	33,33	51,85	14,81
Pizzas, quiches et pâtisseries salées	.	19,05	38,10	42,86
Sandwichs, casse-croûte	.	3,45	48,28	48,28
Aliments destinés à une alimentation particulière	50,00	.	25,00	25,00
Deux classes (n=11 catégories)				
Fruits	95,35	4,65	.	.
Soupes et bouillons	53,33	46,67	.	.
Pâtes	66,67	33,33	.	.
Riz et blé dur ou concassé	40,00	60,00	.	.
Légumes secs	90,91	.	9,09	.
Glaces et desserts glacés	.	.	18,18	81,82
Pâtisseries et gâteaux	.	.	13,04	86,96
Biscuits sucrés ou salés et barres	.	.	5,88	94,12
Viennoiserie	.	.	16,67	83,33
Beurre	.	.	26,67	73,33
Autres graisses	.	.	33,33	66,67
Une seule classe (n=4 catégories)				
Café	.	100,00	.	.
Chocolat	.	.	.	100,00
Sucres et dérivés	.	.	.	100,00
Eaux	100,00	.	.	.

Les résultats ci-dessus mettent en évidence que le SENS a la capacité de discriminer les produits au sein d'une même catégorie : à l'exception des catégories chocolat et sucres et dérivés (classe 4), café (classe 2) et eau (classe 1), les catégories de produits Ciqua sont réparties en au moins 2 classes (11 catégories), et souvent en 3 (15 catégories) ou 4 classes (12 catégories).

Analyse de la relation entre le classement SENS et la densité énergétique

Un élément de validation d'un système de profilage nutritionnel est son association avec la densité énergétique (DE) (20) :

- Il est attendu d'un système pertinent qu'il note plus favorablement les aliments (solides) de faible densité énergétique que les aliments de forte densité énergétique ;
- Mais il est également attendu d'un système pertinent qu'il ne se limite pas à classer les aliments selon leur densité énergétique uniquement.

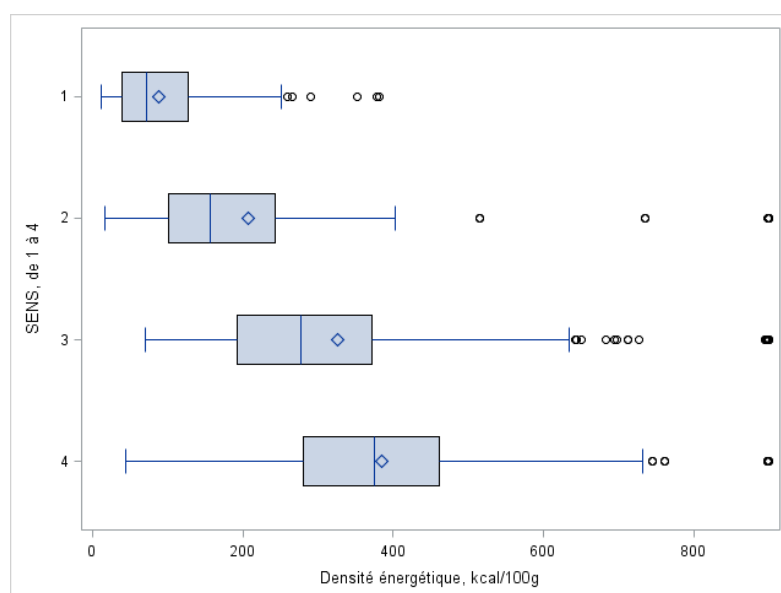


Figure 6. Distribution de la densité énergétique (kcal/100g) des aliments CIQUAL dans les 4 classes du SENS (hors eaux et boissons), N=1127

Les classes du SENS sont statistiquement et positivement associées à la densité énergétique des aliments (tests non-paramétriques). Les aliments de la classe 1 ont une faible densité énergétique et ceux de la classe 4 ont une forte densité énergétique. La **Figure 6** permet de bien visualiser le gradient de densité énergétique en fonction des 4 classes du SENS. Néanmoins la densité énergétique, à elle seule, n'est pas capable de discriminer parfaitement les classes du SENS.

- Les scores $SAIN_{SENS}$ et LIM_{SENS} sont inversement corrélés entre eux avec cependant une corrélation faible (40%), démontrant que les 2 scores rendent compte d'aspects différents de la qualité nutritionnelle.
- Le $SAIN_{SENS}$ est inversement corrélé à la DE, ce qui est logique puisque que ce score est exprimé pour 100kcal (c'est à dire qu'il résulte d'une division par la DE). Cependant, cette corrélation est relativement faible (36%), mettant en évidence que le $SAIN_{SENS}$ estime les aspects favorables des aliments (c'est à dire leur réelle densité nutritionnelle) de façon relativement indépendante du fait que les aliments de bonne qualité nutritionnelle ont tendance à avoir une faible densité énergétique (16).
- Le LIM_{SENS} quant à lui est positivement corrélé à la DE. Cependant, la corrélation n'est que de 80% démontrant que même le score négatif du système SENS ne se résume pas à la densité énergétique des aliments.

Tableau 14. Corrélations de Spearman entre le SAINSENS, le LIMSENS et la densité énergétique (DE, kcal/100g), n=1256

	$SAIN_{SENS}$	LIM_{SENS}	DE
$SAIN_{SENS}$	1	-0,40*	-0,36*
LIM_{SENS}	-0,40*	1	0,80*
DE	-0,36*	0,80*	1

Dans l'ensemble, ces résultats indiquent que le système SENS va au-delà de la simple estimation de la densité énergétique pour classer les aliments, même si cette variable reste un facteur important du jugement, comme dans tous les autres systèmes de profilage nutritionnel.

Les cas des fromages

Une qualité nutritionnelle importante des fromages est leur rapport calcium/lipides. Une façon de vérifier la cohérence du classement des fromages par le système SENS était donc d'analyser correspondance avec le rapport Calcium/Lipides.

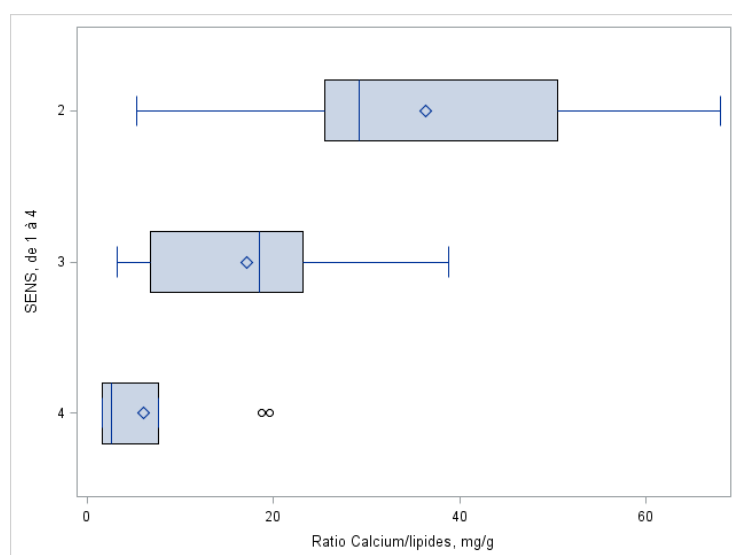


Figure 7. Distribution du ratio calcium/lipides totaux (mg/g) dans les classes du SENS pour la catégorie des fromages du CIQUAL, N=105

Les tests non-paramétriques indiquent que les différences entre les classes sont significatives ($p < 0.001$). Le résultat est conforme à l'attendu, puisque le rapport calcium/lipides est le plus favorable (le plus élevé) dans la classe 2, puis dans la classe 3 et enfin le moins favorable (le plus faible) pour les fromages classés en 4.

4.2. Classement des aliments réels en fonction de l'algorithme du SENS

Le SENS a en parallèle été utilisé pour classer des aliments réels, tels que disponibles sur le marché français en 2015. De nombreux industriels et des distributeurs ont fourni des données précises et plus de 1 738 aliments réels, appartenant à différentes les catégories d'aliments, ont ainsi pu être évalués à ce jour. Le détail du positionnement de ces produits en 4 classes est disponible en annexe (voir fichiers Excel joints au rapport). Cette évolution régulière de la base de données explique que l'organisation de ces aliments en groupes/catégories soit encore en cours.

La capacité de l'algorithme du SENS à discriminer les produits a été examinée :

- Transversalement (classement d'un ensemble de produits appartenant à différentes catégories)
- Au sein de catégories de produits
- Entre différents produits de dénomination de vente similaire
- **Discrimination transversale : classement d'un ensemble de produits alimentaires**

Afin d'illustrer la classification SENS de façon transversale, sur un large éventail de produits, 220 aliments d'une même marque distributeur ont été extraits de la base de données des produits réels.

Tableau 15. Répartition de 220 produits d'une marque distributeur en fonction des classes du SENS et par catégorie d'aliments

		SENS					SENS			
		1	2	3	4		1	2	3	4
	Ensemble	Nombre d'aliments					% lignes			
Tous les aliments	220	52	42	58	68		23,64	19,09	26,36	30,91
Boissons	9	1	6	0	2		11,11	66,67	0,00	22,22
Bouillons	6	0	6	0	0		0,00	100,00	0,00	0,00
Charcuteries	11	0	2	2	7		0,00	18,18	18,18	63,64
Fromages	14	0	0	11	3		0,00	0,00	78,57	21,43
Fruits	12	6	4	2	0		50,00	33,33	16,67	0,00
Féculents	29	7	8	9	5		24,14	27,59	31,03	17,24
mat grasses	10	0	1	6	3		0,00	10,00	60,00	30,00
Légumes	20	15	4	1	0		75,00	20,00	5,00	0,00
Oeufs	1	1	0	0	0		100,00	0,00	0,00	0,00
Pains	11	4	3	4	0		36,36	27,27	36,36	0,00
Plats préparés	17	0	0	5	12		0,00	0,00	29,41	70,59
Poissons	17	6	3	4	4		35,29	17,65	23,53	23,53
Produits laitiers	13	8	3	2	0		61,54	23,08	15,38	0,00
Produits sucrés	40	2	2	5	31		5,00	5,00	12,50	77,50
Viandes	10	2	0	7	1		20,00	0,00	70,00	10,00

NB : Les aliments touchés par les règles de déclassement sur la densité énergétique ou le sodium, sont un mélange de fruits secs et oléagineux (de 1 en 2 ou de 2 en 3), des chips et des tortillas chips (de 2 en 3) et des biscuits apéritifs salés (de 3 en 4).

Ces 220 produits de marque distributeur n'ont pas été choisis en fonction de leur répartition dans des catégories définies, et en particulier pas selon les catégories utilisées plus haut pour l'analyse des classements des produits CIQUAL. Cependant, les proportions dans chaque classe sont du même ordre de grandeur sur ces 220 produits que sur les 1 256 produits CIQUAL, avec notamment une légère sous-représentation de la classe 2. Cependant, la classe 1 est légèrement sous représentée, alors que la classe 4 est légèrement surreprésentée. Il n'est toutefois pas possible de tirer des conclusions de ces similitudes ou différences avant d'avoir homogénéisé la quantité des produits dans chaque catégorie d'aliments.

Toutefois, les caractéristiques des 4 classes du SENS sont similaires à celles obtenues à l'aide des données du CIQUAL. Les légumes, fruits, poissons, féculents et produits laitiers représentent 80% de la classe 1 et les produits sucrés et charcuteries représentent 55% de la classe 4. De même, l'analyse de la densité énergétique confirme que la répartition en classes du SENS est associée à la densité énergétique des aliments, comme c'était le cas pour les aliments CIQUAL (**Figure 8**).

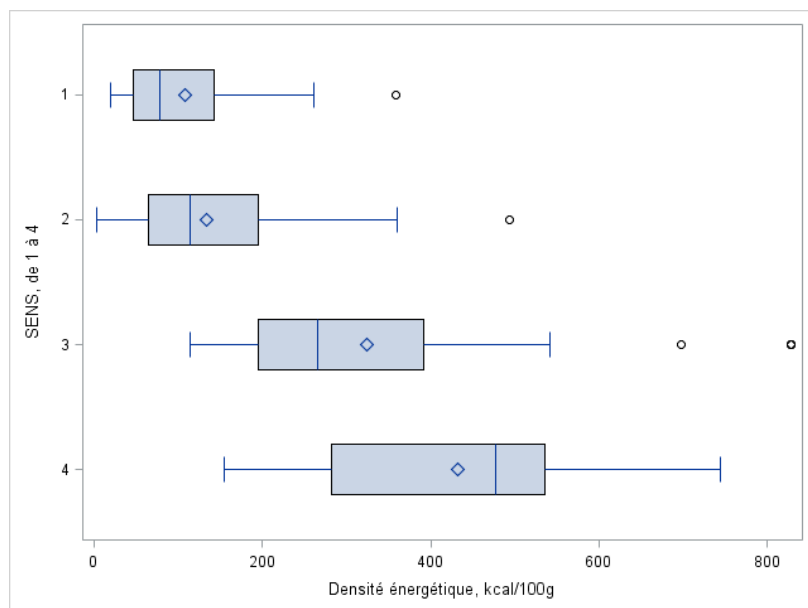


Figure 8. Produits de marque distributeur. Distribution de la densité énergétique (kcal/100g) dans les 4 classes du SENS (N=211 hors eaux et boissons)

• **Classement et discrimination au sein de groupes et de catégories de produits**

Une analyse du pouvoir de discrimination du SENS au sein de groupes/catégories de produits a été effectuée sur les boissons et sur les fromages.

Les boissons font l'objet d'un algorithme modifié, afin de tenir compte de leur faible densité énergétique. De plus, afin de préserver le caractère spécifique de l'eau de boisson, qui reste la boisson à recommander, la classe 1 du SENS lui est réservée, ce qui laisse seulement 3 classes pour l'ensemble des autres boissons. Les classements effectués à partir des données fournies par les industriels permettent une classification pertinente de ces boissons, comme le montre le **Tableau 16**, établi à partir d'une sélection de 90 boissons :

Tableau 16. Répartition des boissons selon les différentes classes du SENS

	n	Classe SENS					
		2		3		4	
		n	%	n	%	n	%
<i>Jus de fruits ou légumes 100%</i>	27	16	59	11	41	0	0
<i>Nectars de fruits</i>	16	0	0	8	50	8	50
<i>Boissons aux fruits</i>	19	2	11	3	16	14	74
<i>Boissons sucrées</i>	17	0	0	1	6	16	94
<i>Boissons édulcorées</i>	7	7	100	0	0	0	0
<i>Boissons à teneur réduite en sucres (<6g/L)</i>	4	0	0	3	75	1	25

Les jus de fruits et de légumes sont distribués entre les classes 2 et 3 alors que les nectars le sont entre les classes 3 et 4 ; la teneur en vitamine C est un élément important de discrimination entre ces produits. Les boissons sucrées et les boissons à faible teneur en fruits sont très majoritairement en classe 4, alors que les boissons édulcorées sont situées en classe 2. Le SENS permet de valoriser la réduction en sucres des boissons sucrées dès lors que celle-ci est significative.

Les fromages représentent en France une catégorie d'aliments très riche et comprenant des produits de technologies et de qualités nutritionnelles et organoleptiques variées. Le SENS permet une bonne discrimination entre les différents types de fromages, comme l'illustre le **Tableau 17** ci-dessous. Pour chaque type de technologie fromagère, les fromages sont distribués sur 2, 3 ou 4 classes ; le détail des données nutritionnelles et des classements, pour plus d'une centaine de fromages figure dans la base de données des produits réels figurant en annexe (cf. Classement SENS V19 Produits REELS pour ANSES 14_12_2015.xlsx).

Tableau 17. Distribution des fromages

	source	dénomination	classe SENS
Fromages non affinés			
	marque nationale	fromage frais nature 0%	1
	marque nationale	fromage à pâte fraîche allégé nature (6% MG)	2
	marque nationale	fromage à pâte fraîche nature (23% MG)	2
	marque nationale	Pyramide chèvre frais (13% MG)	2
	marque nationale	fromage à pâte fraîche nature (17% MG)	3
	marque nationale	Pyramide chèvre frais (12,5% MG)	3
	marque nationale	fromage à pâte fraîche nature (24% MG)	3
	marque nationale	fromage à pâte fraîche ail et fines herbes (22% MG)	3
	ciqua	Mozzarella	3
	marque nationale	fromage à pâte fraîche ail et fines herbes (34% MG)	4
	marque nationale	fromage à pâte fraîche nature (37% MG)	4
Pâtes pressées ou dures			
	marque nationale	fromage à pâte pressée non cuite allégé (16% MG)	2
	ciqua	emmental	2
	ciqua	cantal	3
	ciqua	Saint-Nectaire	3
	ciqua	fromage à pâte pressée non cuite	3
Pâtes molles & fondus			
	marque nationale	Camembert -20%	2
	marque nationale	Camembert 17% allégé en sel	2
	marque nationale	fromage fondu (19% MG)	2
	marque nationale	fromage type camembert 30%	3
	marque nationale	fromage à pâte molle double crème (35% MG)	4
pâtes persillées			
	marque nationale	Fromage à pâte persillé au lait de vache allégé	2
	marque nationale	Fromage à pâte persillée au lait de vache	3
	marque nationale	fromage type Bleu d'Auvergne	4
	ciqua	Roquefort	4

La pertinence du classement des fromages a été évaluée en suivant la distribution du rapport calcium/lipides totaux, qui est parfois utilisée pour illustrer l'intérêt nutritionnel des fromages. La **Figure 9** montre que le classement du SENS est parfaitement cohérent avec cet indicateur : les fromages de classe 2 ont un rapport plus favorable que les fromages de classes 3 et 4. Le graphe n'inclut pas la classe 1, dans laquelle les fromages sont très pauvres en matières grasses, ce qui leur confère un rapport calcium /lipides très élevé, de l'ordre de 600 mg/g.

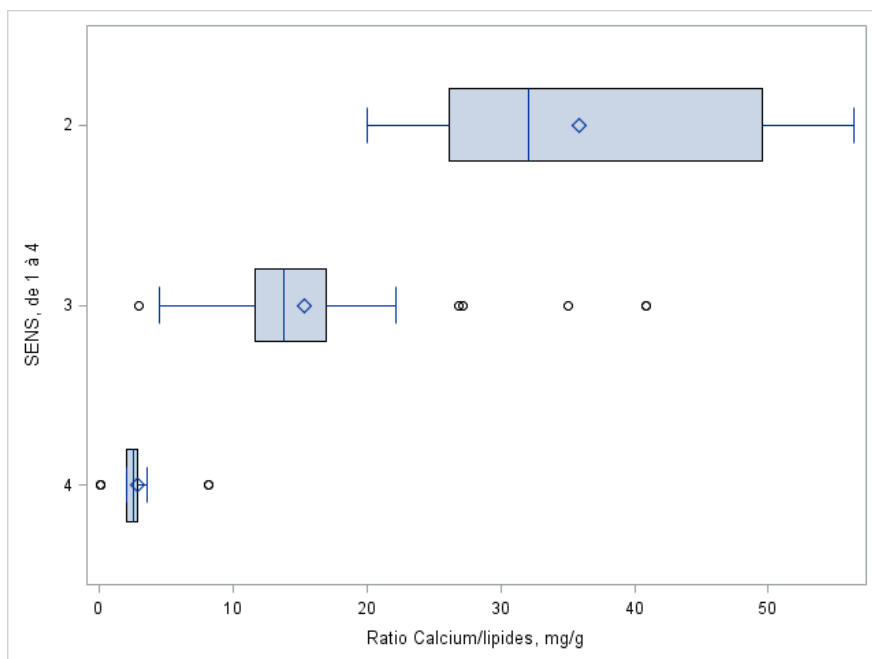


Figure 9. Distribution du ratio calcium/lipides totaux (mg/g), pour les classes 2, 3 et 4 pour 83 références de fromages commercialisés

- **Discrimination entre différents produits de dénomination de vente similaire**

Un des intérêts d'un système tel que le SENS est de faciliter pour le consommateur les choix les plus délicats ou les plus pertinents. Il n'est pas très difficile, ni pour un système d'étiquetage nutritionnel simplifié, ni pour la grande majorité des consommateurs de percevoir qu'au moment du dessert, un fruit est nutritionnellement préférable à un gâteau à la crème. Il est moins facile de choisir, par exemple entre différents plats préparés, même quand les appellations de ces produits sont très proches, voire identiques.

Le **Tableau 18** ci-dessous illustre le fort pouvoir discriminant du SENS sur ce type de produits, avec un positionnement sur 3 des 4 classes existantes, pour des produits dont ni la dénomination de vente, ni l'examen des données nutritionnelles ne permettent une évaluation facile. Un examen attentif de la base de données complète (en annexe) permet de retrouver ce pouvoir discriminant pour plusieurs autres produits (chips et tortillas chips, céréales petit déjeuner, biscuits chocolatés...).

Tableau 18. Exemples de discrimination de plats préparés de même nature à l'aide du SENS

			energie (kcal/10 0g)	g pour 100g						
marque	produits	classe SENS		fibres	protéine	lipide	ags	glucide	sucres libres	sodium
plat préparé à base de riz, légumes verts et produits de la mer										
distributeur	risotto crevettes asperges	2	130	1,1	3,8	5,4	3,7	16	0	0,36
nationale	risotto saumon crevettes, fèves & courgettes	2	103	0,6	5,9	2,9	1,2	13	0	0,3
nationale	risotto verde & cabillaud	3	131	0,7	9,7	7	4,1	7	0	0,26
nationale	Saumon à l'oseille et riz basmati	3	154	0,6	7,7	7,9	2,8	13,4	0	0,3
distributeur	risotto saumon asperges	4	180	0,5	5,7	12	6,1	12	0	0,376
Couscous										
nationale	Couscous viande	1	143	3	5,5	7,5	1	12	0	0,32
distributeur	Couscous viande	2	135	1,7	6,4	6	1,5	13	0	0,32
distributeur	Couscous poulet et merguez	3	120	1,8	6,3	4,4	1,8	13	1,3	0,6

Cependant, il est important de souligner que cet effort de discrimination ne doit pas être contre-productif. Si, pour toutes les classes de produits, on retrouvait à peu près le même nombre de produits dans chacune des 4 classes, cela pourrait certes témoigner d'une excellente discrimination mais nuirait à la compréhension globale du consommateur quant au caractère transversal du système. Il est normal que certaines catégories de produits (par exemple les produits riches en fruits et légumes) soient distribuées majoritairement sur les catégories 1 et 2, alors que d'autres (produits sucrés, par exemple) le soient sur les catégories 3 et 4.

Le SENS permet donc un classement pertinent des produits alimentaires réels, à partir d'un jeu de données nutritionnelles accessibles. Le panorama global des classements est conforme aux repères nutritionnels du PNNS et n'est donc pas perturbant pour le consommateur. Le classement au sein des catégories de produits et au sein des produits de même dénomination de vente est suffisamment discriminant pour être utile au moment où le consommateur effectue ses décisions d'achat, sans rechercher à tout prix une distribution sur l'ensemble des 4 classes, qui pourrait mettre en défaut la pertinence globale du système.

4.3. Validation sur diètes observées : relation entre la qualité nutritionnelle de l'alimentation des adultes (dans l'étude INCA2) et leur consommation d'aliments appartenant aux 4 classes du SENS

4.3.1. Les 4 classes du SENS dans les diètes observées

Méthodologie

L'analyse a été conduite sur les consommations alimentaires individuelles de 1719 adultes (20-75ans) normodéclarants de l'enquête INCA2. Sur la base de la Table CIQUAL complétée des informations nécessaires au calcul du $SAIN_{SENS}$ et du LIM_{SENS} (voir **section 4.1**), chaque aliment consommé par les participants a été classé dans la classe de SENS lui correspondant.

Pour chaque participant, la contribution de chaque classe du SENS à son alimentation (hors eaux) a été estimée en calculant, pour chaque classe, le poids ingéré (en g/j), les calories ingérées (kcal/j), ainsi que les contributions pondérales (% poids total) et en calories (% énergie totale) de chaque classe à la diète individuelle. Puis les moyennes de ces variables ont été calculées pour l'ensemble des 1719 adultes

Résultats

Le Tableau 19 et la Figure 10 ci-dessous indiquent que les aliments des classes 1 et 2 représentent la majorité du poids des diètes observées. Ainsi, en moyenne les adultes français consomment 671 g/j des aliments de la classe 1 et 735 g/j des aliments de la classe 2, représentant respectivement 37% et 39% du poids total ingéré. Les aliments des classes 3 et 4 sont consommés en plus faibles quantités : en moyenne 206g/j pour la classe 3 et 211 g/j pour la classe 4, représentant 11,9% de la quantité ingérée pour la classe 3 comme pour la 4.

La répartition énergétique est plus équilibrée entre les 4 classes, chacune contribuant de façon presque équivalente aux calories ingérées, avec néanmoins une progression de la classe 1 à la classe 4 (20,5% ; 25,6% ; 26,2% et 27,7%, respectivement), la classe 4 contribuant à la part la plus importante des apports énergétiques.

Tableau 19. Quantités moyennes en poids et en énergie, et contribution au poids total et à l'énergie totale des classes du SENS dans les diètes observées (N=1719)

Classes du SENS	Poids, en g/j	Energie, kcal/j
	Observées	Observées
1	671,5	423,0
2	734,9	552,8
3	206,5	550,1
4	211,3	598,3

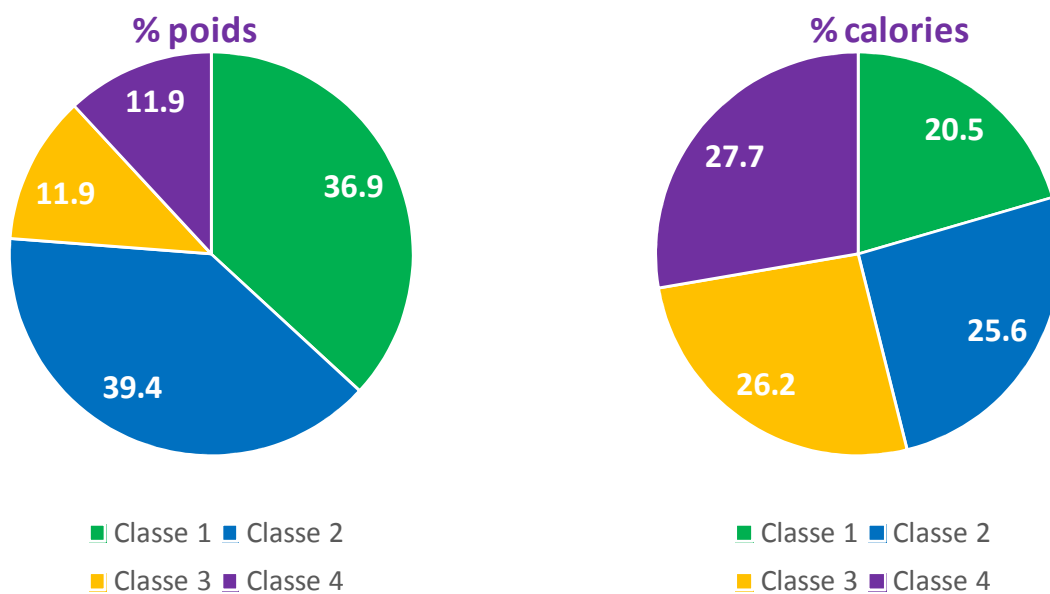


Figure 10. Contribution moyenne au poids total et à l'énergie totale des quatre classes du SENS dans les diètes observées (N=1719)

4.3.2. Relation entre la qualité nutritionnelle de l'alimentation des adultes (dans l'étude INCA2) et leur consommation d'aliments appartenant aux 4 classes du SENS

L'ordonnancement hiérarchique des 4 classes du SENS a été testé en analysant la contribution de chaque classe d'aliments du SENS à l'alimentation des français, en moyenne et selon la qualité nutritionnelle globale de leur diète.

L'hypothèse était que les personnes ayant une alimentation de meilleure qualité nutritionnelle consommaient les aliments de la classe 1 en plus grande quantité que ceux de la classe 2, eux-mêmes consommés en plus grande quantité que ceux de la classe 3, eux-mêmes consommés en plus grande quantité que ceux de la classe 4. Il était également attendu que ces hypothèses soient d'autant moins bien respectées que l'alimentation des individus était de moins bonne qualité nutritionnelle.

Méthodologie

Données : L'analyse a été conduite sur les consommations alimentaires individuelles de 1719 adultes (20-75ans) normodéclarants de l'enquête INCA2.

Méthode : Les adultes ont été répartis en 4 groupes, selon la qualité nutritionnelle de leur diète. La méthodologie pour construire ces 4 niveaux de qualité nutritionnelle croissante a été développée et publiée par Vieux et al. (32). Brièvement, cette méthode consiste à :

- estimer 3 indicateurs de qualité nutritionnelle sur chacune des diètes observées : la densité énergétique de l'alimentation (en kcal/100g, calculée sur la base des aliments solides uniquement), le MAR (score d'adéquation moyen aux recommandations en 23 nutriments, %/jour) et le MER (score d'excès moyen aux valeurs maximales recommandées en acides gras saturés, sodium et sucres libres, en %/jour).

- calculer la médiane (par sexe) de chacun des 3 indicateurs, et compter 1 point pour une diète lorsque son MAR est supérieur à la valeur médiane, 1point lorsque son MER est inférieur à la médiane, 1 point lorsque sa DE est inférieure à la médiane.

- pour chaque diète, faire la somme des points

Pour une diète donnée, le nombre de points varie de 0 (très mauvaise qualité nutritionnelle car élevé en DE et en MER et faible en MAR) à 3 (très bonne qualité nutritionnelle car élevé en MAR et faible en DE et MER).

Analyse : La contribution pondérale et énergétique moyenne des 4 classes d'aliments à l'énergie totale a été estimée dans les 4 groupes de diètes observées de qualité nutritionnelle variable. La hiérarchie entre les 4 classes a été testée en moyenne et au niveau individuel.

Les travaux précédemment publiés avec cette même méthode et sur la même enquête (32) ayant montré une association entre l'appartenance à une classe de qualité nutritionnelle et l'âge ainsi que le niveau des apports alimentaires (en poids et en calories), les analyses statistiques sont ajustées pour l'âge, le sexe et l'apport énergétique total.

Résultats

Tableau 20. Contribution énergétique (en % des calories hors alcool) des 4 classes du SENS, dans les 4 groupes de diètes de qualité nutritionnelle croissante (n= 1719 adultes 20-75ans normodéclarants de l'enquête INCA2).

Typologie de diètes		Classe 1 du SENS		Classe 2 du SENS		Classe 3 du SENS		Classe 4 du SENS	
Qualité nutritionnelle		Moy	ET	Moy	ET	Moy	ET	Moy	ET
Faible	0	14,03	5,56	21,34	8,53	25,86	8,1	38,78	10,27
Intermédiaire -	1	16,57	5,68	24,83	9,18	27,13	8,91	31,47	9,71
Intermédiaire +	2	23,35	7,39	27,16	10,12	25,45	8,31	24,03	9,12
Forte	3	27,8	8,73	27,71	9,71	25,88	8,6	18,61	8,44
Pvalue ajustée sur âge, sexe et apport énergétique		<0,001		<0,001		0,003		<0,001	

Comme attendu, la contribution énergétique moyenne des aliments de la classe 1 était d'autant plus importante que la qualité nutritionnelle des diètes était élevée (14%, 17%, 24% et 28% pour les diètes de qualité nutritionnelle faible, int-, int+ et forte, respectivement). Cette progression était également vraie, mais avec une moindre ampleur, pour la contribution énergétique moyenne des aliments de la classe 2 (21%, 25%, 27%, 28% pour les diètes de qualité nutritionnelle faible, int-, int+ et forte, respectivement).

Comme attendu également, la contribution énergétique des aliments de la classe 4 était d'autant plus faible que la qualité nutritionnelle des diètes était élevée (39%, 31%, 24% et 18% pour les diètes de qualité nutritionnelle faible, int-, int+ et forte, respectivement). En revanche, la contribution énergétique des aliments de la classe 3 était relativement similaire (de l'ordre de 25%), quelle que soit la qualité nutritionnelle des diètes.

Tableau 21. Contribution pondérale (% poids total de la diète) des 4 classes du SENS, dans les 4 groupes de diètes de qualité nutritionnelle croissante (n= 1719 adultes 20-75ans normodéclarants de l'enquête INCA2).

Typologie de diètes		Classe 1 du SENS		Classe 2 du SENS		Classe 3 du SENS		Classe 4 du SENS	
		Moy	ET	Moy	ET	Moy	ET	Moy	ET
Qualité nutritionnelle									
Faible	0	25,05	10,94	38,56	13,91	14,81	6,45	21,58	13,22
Intermédiaire -	1	31,5	11,5	40,75	13,27	13,63	6,07	14,12	7,93
Intermédiaire +	2	41,93	12,24	39,01	12,25	10,4	4,5	8,66	5,05
Forte	3	47,05	13,18	38,03	13,39	8,96	4,33	5,96	3,46
Pvalue ajustée sur âge, sexe et apport énergétique		<0,001		0,001		<0,001		<0,001	

Comme observé pour la contribution énergétique, plus la qualité nutritionnelle des diètes était élevée, plus la contribution pondérale des aliments de la classe 1 était forte (26%, 32%, 42% et 48% dans les diètes faible, int-, int+ et forte), et celle des aliments de la classe 4 était faible (21%, 14%, 8% et 6% dans les diètes faible, int-, int+ et forte). On observait également une plus faible contribution pondérale des aliments de la classe 3 dans les diètes de forte qualité nutritionnelle (15%, 14%, 10% et 9% dans les diètes faible, int-, int+ et forte). En revanche, il n'y avait pas de hiérarchie entre la contribution pondérale des aliments de la classe 2 et le niveau de qualité nutritionnelle des diètes.

Tableau 22. Pourcentages d'individus pour lesquels les hypothèses de hiérarchie entre les 4 classes du SENS étaient vérifiées, pour chaque groupe de diètes de qualité nutritionnelle croissante (n= 1719 adultes 20-75ans normodéclarants de l'enquête INCA2).

Typologie de diètes		Hypothèses, en contributions énergétiques			Hypothèses, en contributions Pondérales		
		1>2	2>3	3>4	1>2	2>3	3>4
Qualité nutritionnelle							
Faible	0	22,73	35,95	19,83	26,86	90,5	35,12
Intermédiaire -	1	25	44,22	37,24	31,46	95,24	48,98
Intermédiaire +	2	39,93	50,59	51,95	52,45	98,48	63,45
Forte	3	52,24	55,22	72,76	65,44	97,99	73,49

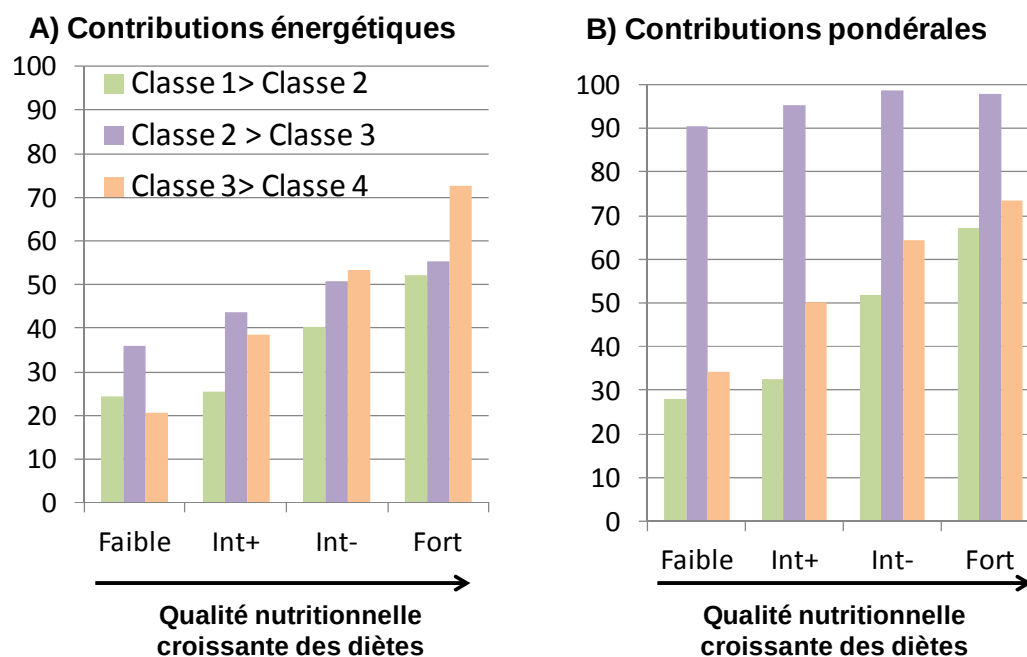


Figure 11. Pourcentages d'individus pour lesquels les hypothèses de hiérarchie entre les 4 classes du SENS étaient vérifiées A) en contributions énergétiques; B) en contributions pondérales, pour chaque groupe de diètes de qualité nutritionnelle croissante (n= 1719 adultes 20-75ans normodéclarants de l'enquête INCA2)

N.B : Cette figure est une représentation graphique du tableau précédent.

La Figure 11 indique que le pourcentage d'individus respectant les hypothèses de hiérarchie entre les 4 classes du SENS était d'autant plus élevé que la qualité nutritionnelle des diètes était élevée également. Par exemple, l'hypothèse selon laquelle les aliments de la classe 1 contribuaient plus aux apports énergétiques que les aliments de la classe 2 était vraie pour 52% des individus qui avaient une alimentation de qualité nutritionnelle la plus forte mais seulement pour 24% de ceux qui avaient une alimentation de qualité nutritionnelle la plus faible. De même, l'hypothèse selon laquelle les aliments de la classe 1 contribuaient pondéralement plus fortement que ceux de la classe 2 était vraie pour 67% des individus qui avaient une alimentation de plus forte qualité nutritionnelle mais seulement pour 28% de ceux qui avaient une alimentation de qualité nutritionnelle la plus faible.

La seule exception à cette règle concernait l'hypothèse de supériorité de la contribution pondérale de la classe 2 sur la classe 3, qui était validée par une très grande majorité de diètes, de façon presque indépendante de leur qualité nutritionnelle (hypothèse vérifiée par 90%, 95%, 99% et 98% des diètes de qualité nutritionnelle faible, int-, int+, et forte, respectivement). Ceci s'explique aisément par le fait que les portions des aliments de la classe 3 sont bien inférieures à celles des aliments de la classe 2 (voir paragraphe 4.5. ci-dessous), et ceci est vrai quelle que soit la qualité nutritionnelle des diètes, et bien que l'hypothèse de supériorité de la contribution énergétique de la classe 2 sur la classe 3 soit d'autant mieux vérifiée que les diètes ont une bonne qualité nutritionnelle.

En conclusion, les hypothèses sur la hiérarchie des classes du SENS dans les diètes observées de qualité nutritionnelle croissante est vérifiée => les 4 classes sont correctement ordonnées.

4.4. Validation sur diètes optimisées

Une approche de modélisation individuelle de rations précédemment mise en œuvre pour valider le système SAIN, LIM (14) a été utilisée pour vérifier que l'algorithme du SENS permet bien d'aboutir à un classement hiérarchique des aliments au regard de leur capacité à favoriser le respect de l'ensemble des recommandations nutritionnelles.

La modélisation individuelle de rations permet de générer, pour chaque individu d'une population dont on connaît la consommation alimentaire habituelle (ou ration observée), une ration optimisée ou modélisée qui respecte l'ensemble des recommandations nutritionnelles tout en s'éloignant le moins possible des habitudes alimentaires de chacun.

Méthodologie

Le principe général de l'approche et le modèle précisément utilisé dans le cadre du présent travail sont décrit en **Annexe 4**. En résumé, la méthodologie était la suivante :

Données : La modélisation a été conduite sur les consommations alimentaires individuelles de 1 719 adultes (20-75ans) normodéclarants de l'enquête INCA2.

Modélisation : pour chaque diète observée, une diète optimisée isoénergétique nutritionnellement adéquate a été générée. Elle s'éloignait le moins possible des choix alimentaires initiaux.

Toutes les diètes optimisées respectaient :

- Les recommandations en macronutriments (protéines, glucides dont les sucres libres et les lipides (dont les AGS, le cholestérol et les acides gras essentiels) de l'OMS ou de l'ANSES ;
- La *Nordic Recommendation* pour le sodium ;
- Les recommandations ANSES pour les fibres, 10 vitamines et 9 minéraux.

Analyses : La contribution pondérale et énergétique moyenne des 4 classes d'aliments à l'énergie totale a été estimée dans les diètes observées et optimisées. La hiérarchie entre les 4 classes a été testée en moyenne et au niveau individuel. L'hypothèse était que la classe 1 devait fortement augmenter, la classe 2 augmenter ou stagner, la classes 3 devait diminuer ou stagner et la 4 devait diminuer fortement.

Résultats

Tableau 23. Quantités moyennes en poids et en énergie, et contribution au poids total et à l'énergie totale, des quatre classes du SENS dans les diètes observées et modélisées (N=1719)

Classes du SENS	Poids, en g/j		Energie, kcal/j	
	Observées	Modélisées	Observées	Modélisées
1	671,3	932,8	423,2	620,0
2	741,2	790,2	568,9	646,9
3	201,7	163,2	538,5	495,8
4	208,1	116,7	591,4	358,4
	Contribution au poids total, %		Contribution à l'énergie totale, %	
	Observées	Modélisées	Observées	Modélisées
1	36,9	47,1	20,5	29,8
2	39,8	38,7	26,4	30,8
3	11,6	8,4	25,6	23,3
4	11,7	5,8	27,4	16,2

Toutes les différences entre les diètes observées et les diètes modélisées sont statistiquement significatives (modèle linéaire généralisé - *Generalized Linear Model* ou GLM- sur données appariées, ajustés sur âge et sexe).

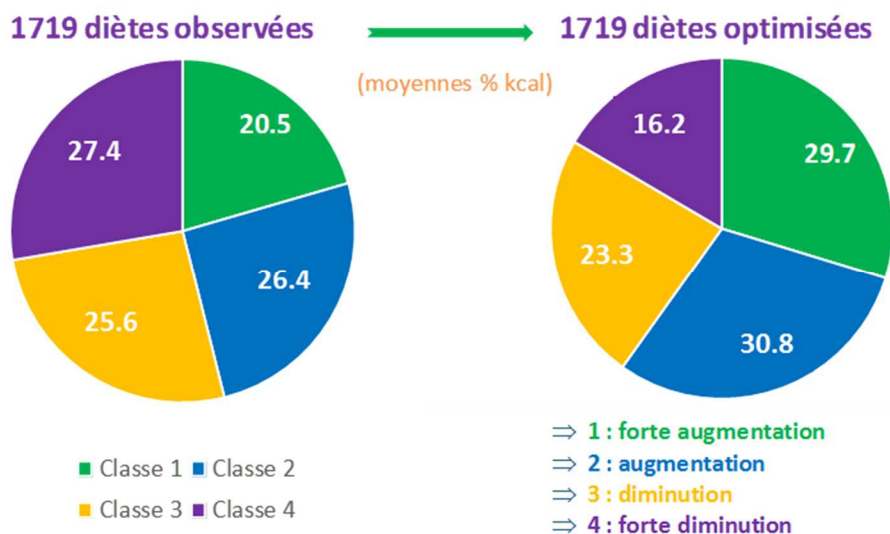


Figure 12. Répartition énergétique des classes du SENS AVANT et APRES optimisation nutritionnelle

Les résultats, qu'ils soient exprimés en poids ou en énergie, en valeur absolue ou en pourcentage, indiquent que **les 4 classes sont correctement ordonnées**.

En particulier, la **Figure 12** ci-dessus indique que, pour atteindre l'adéquation nutritionnelle en respectant au mieux les habitudes alimentaires de chacun :

- La classe 1 enregistre une forte augmentation de sa contribution énergétique moyenne (+9,2 points)
- La classe 2 subit une augmentation modérée de sa contribution énergétique moyenne (+4,4 points)
- La classe 3 subit une baisse modérée de sa contribution énergétique moyenne (-2,3 point)
- La classe 4 subit une forte diminution de sa contribution énergétique moyenne (-11,2 points)

=> Les changements des contributions respectives des 4 classes, entre diètes observées et optimisées, sont donc en accord avec la hiérarchie attendue des 4 classes.

Tableau 24. Pourcentage d'individus pour lesquels la variation de la quantité d'énergie entre les diètes modélisées et observées, par classe de SENS, évoluent comme les hypothèses testées (N=1719)

Hypothèses	%
Augmentation de la classe 1	95,9
Augmentation de la classe 2	72,1
Diminution de la classe 3	61,9
Diminution de la classe 4	94,5

Pour la quasi-totalité des individus, l'amélioration de la qualité nutritionnelle de leur diète (respect de l'ensemble des recommandations nutritionnelles), s'accompagne :

- D'une augmentation de la quantité d'énergie apportée par les aliments de la classe 1 (95,9 % des individus) ;
- D'une diminution de la quantité d'énergie apportée par les aliments de la classe 4 (94,4 % des individus).

Pour la majorité des individus, l'amélioration de la qualité nutritionnelle de leur diète (respect de l'ensemble des recommandations nutritionnelles), s'accompagne :

- D'une augmentation de la quantité d'énergie apportée par les aliments de la classe 2 (72,1 % des individus) ;
- D'une diminution de la quantité d'énergie apportée par les aliments de la classe 3 (61,9 % des individus).

La hiérarchie des 4 classes est validée et elle est vraie pour la grande majorité des individus.

Les résultats fournissent une forte justification à des messages qui viseraient à :

- Augmenter la consommation de l'ensemble des aliments de la classe 1 (en poids et en calories) ;
- Diminuer la consommation de l'ensemble des aliments de la classe 4 (en poids et en calories).

4.5. Portions et fréquences de consommation des aliments des 4 classes dans les rations observées et modélisées

La modélisation individuelle de rations a également été utilisée pour évaluer la pertinence de conseils d'augmentation ou de diminution des consommations en fonction de la classe d'appartenance des aliments.

Méthodologie

Une taille de portion standard a été définie pour chaque aliment consommé, en adoptant des références publiées, telles que l'Etude Nationale Nutrition Santé (ENNS), ou les recommandations pour la restauration collective (GEMRCN). Ces tailles de portions sont listées en **Annexe 5**.

La distribution des tailles de portions des aliments CIQUAL par classe de SENS a tout d'abord été analysée. Puis, l'évolution, avant et après optimisation, des portions et des fréquences de consommation des aliments appartenant à chaque classe du SENS a été analysée à partir des mêmes rations observées et modélisées que celles précédemment étudiées (voir **section 4.4**)

Résultats

Le **Tableau 25** ci-dessous indique la distribution des tailles de portions des aliments CIQUAL par classe de SENS. Les résultats mettent en évidence une assez grande variabilité des tailles de portions au sein de chaque classe. Néanmoins, les aliments des classes 1 et 2 tendent à avoir des tailles de portion plus grandes (médiane = 100g) que les aliments des classes 3 et 4 (médiane = 45g et 50g, respectivement). Ceci est cohérent avec le fait que les aliments des classes 1 et 2 ont globalement une plus faible densité énergétique que les aliments des classes 3 et 4.

Tableau 25. Minimum, 1er quartile, médiane, 3ème quartile et maximum des tailles de portion des aliments CIQUAL (hors eaux, N=1200) par classe de SENS

	N	portion						
		Min	P5	Q1	Médiane	Q3	P95	Max
Tous	1200	6,00	8,00	30,00	80,00	100,00	250,00	250,00
Classe 1	341	8,00	75,00	80,00	100,00	100,00	250,00	250,00
Classe 2	211	8,00	8,00	80,00	100,00	200,00	250,00	250,00
Classe 3	329	8,00	8,00	30,00	50,00	100,00	200,00	250,00
Classe 4	319	6,00	8,00	30,00	45,00	80,00	200,00	250,00

Tableau 26. Poids moyens (en g/j) et nombre de portions moyen par jour des classes du SENS dans les diètes observées et modélisées (N=1719)

Classes du SENS	Poids, g/j		Nombre de portions par jour (i.e. fréquences)	
	Observées	Modélisées	Observées	Modélisées
1	671,3	932,8	6,17	9,34
2	741,2	790,2	5,97	6,48
3	201,7	163,2	5,64	5,24
4	208,1	116,7	6,15	3,70

Toutes les différences sont statistiquement significatives (GLM sur données appariées ajustés sur âge et sexe).

Le respect de l'ensemble des recommandations nutritionnelles a été atteint grâce à :

- Une forte augmentation de la classe 1 en poids et en fréquence (nombre de portion par jour) ;
- Une augmentation modérée de la classe 2 en poids et en fréquence ;
- Une diminution modérée de la classe 3 en poids et en fréquence ;
- Une forte diminution de la classe 4 en poids et en fréquence.

De plus, dans les diètes modélisées pour être nutritionnellement adéquates, il existe une nette hiérarchie des poids (g/j) et des fréquences (nombre de portions moyen /jour) des classes 1 à 4, ce qui n'était pas le cas dans les diètes observées.

Notamment, concernant les fréquences :

- Dans les diètes observées, le nombre moyen de portions par jour est statistiquement différent entre les 4 classes mais ces différences sont de faible ampleur (la fréquence est proche de 6/j pour chaque classe) et les valeurs ne suivent pas une progression logique ;
- Dans les diètes optimisées en revanche, les différences entre les fréquences moyenne sont importantes entre les 4 classes et suivent une progression logique : 9,34 p/j >> 6,48 p/j > 5,24 p/j >> 3,70 p/j.

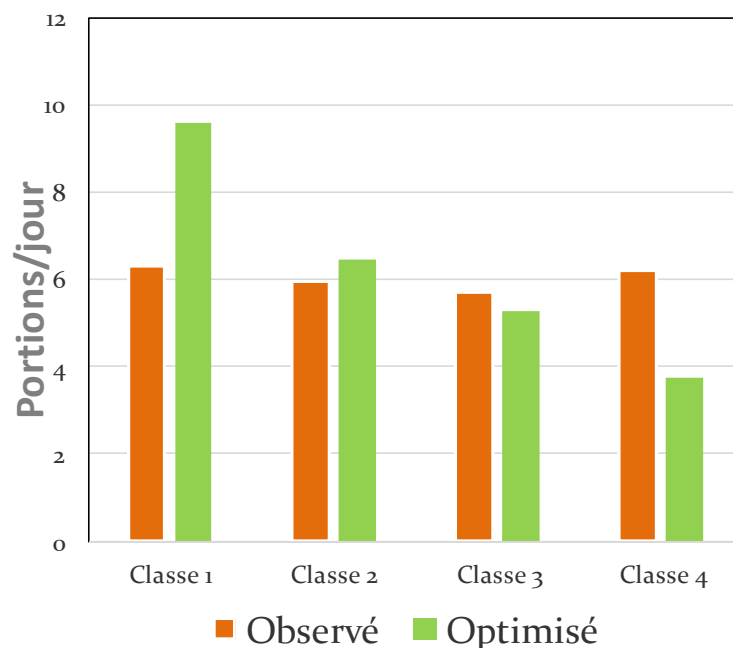


Figure 13. Les fréquences, par classe du SENS dans les rations observées et optimisées

N.B : Cette figure est une représentation graphique des résultats du tableau précédent, sur les fréquences.

Tableau 27. Pourcentage d'individus pour lesquels la variation de la fréquence entre les diètes modélisées et observées, par classe de SENS, évolue comme l'évolution moyenne (N=1719)

Hypothèses	%
Augmentation de la classe 1	98,3
Augmentation de la classe 2	66,8
Diminution de la classe 3	57,2
Diminution de la classe 4	94,8

Pour la quasi-totalité des individus, l'amélioration de la qualité nutritionnelle de leur diète (respect de l'ensemble des recommandations nutritionnelles), s'accompagne :

- D'une augmentation de la fréquence de consommation d'aliments de la classe 1 (98,3 % des individus) ;
- D'une diminution de la fréquence de consommation d'aliments de la classe 4 (94,8 % des individus).

En revanche, l'augmentation de la fréquence de consommation des aliments de la classe 2 ne concerne que 66,8 % des individus, et la diminution de celle de la classe 3 ne concerne que 57,2% des individus.

Les résultats sur les quantités, les portions et les fréquences des aliments des 4 classes du SENS dans les diètes observées et les changements nécessaires pour atteindre l'adéquation nutritionnelle fournissent des éléments de justification à un accompagnement pédagogique soulignant la hiérarchie des fréquences de consommation des aliments des quatre classes et l'importance de la taille des portions, dans le cadre d'une alimentation équilibrée.

En particulier, les résultats fournissent une forte justification à des messages qui viseraient à :

- Communiquer sur le fait que, dans une alimentation nutritionnellement adéquate, les aliments de la classe 1 doivent former la base de l'alimentation ;
- Augmenter la consommation des aliments de la classe 1, (puisque l'atteinte de l'adéquation nutritionnelle nécessite leur augmentation en poids, en énergie et en fréquence) ;
- Diminuer la consommation des aliments de la classe 4 (puisque l'atteinte de l'adéquation nutritionnelle nécessite leur diminution en poids, en énergie et en fréquence).

5. Conclusion

5.1. Résumé des résultats et discussion générale

5.1.1. Développement de l'algorithme du SENS

L'objectif était d'adapter les systèmes SAIN,LIM (2) et SAINCat,LIM (3) en algorithme de classement pour un Système d'Étiquetage Nutritionnel Simplifié, le SENS. Ceci a nécessité de : i) ordonner les 4 classes; ii) intégrer les valeurs de référence du règlement INCO (les AQR) ; iii) limiter le recours à des nutriments non obligatoirement étiquetés.

Les raisons du choix du système SAIN,LIM comme algorithme de départ sont nombreuses :

- Il a été développé par un groupe de travail de l'AFSSA et le processus de son développement est rigoureusement consigné dans le rapport de 2008 sur les profils nutritionnels (2) ;
- Il est basé sur l'idée chère aux français, et à la plupart des nutritionnistes français, qu'il n'y a pas de bons ni de mauvais aliments, mais que chaque aliment peut avoir des aspects favorables (le SAIN) et défavorables (le LIM) ;
- Il est considéré par l'OMS (1) comme « *The French system* », dans son rapport sur les systèmes de profilage nutritionnel ;
- Il a fait l'objet de plusieurs études de validation (9;14;15) ;
- Les scores SAIN et LIM sont utilisés en recherche depuis plus de 10 ans :
 - pour étudier le rapport entre la qualité nutritionnelle des aliments et leur prix (16-20) ;
 - pour suivre et améliorer la qualité nutritionnelle des produits par la reformulation (33) et les technologies de transformation (34) ;
 - pour tester l'impact de politiques de prix (35) et d'information nutritionnelle (36) en conditions expérimentales, et en situation réelle (supermarchés) (37;38) ;
 - pour identifier des aliments plus durables (39;40).

De plus, le SAIN et le LIM sont utilisés "dans la vraie vie" par de nombreux opérateurs : par les secteurs R&D de certaines PME pour évaluer leurs produits ; en éducation à la santé comme outils pédagogiques (par exemple dans le cadre du projet Opticourses (www.opticourses.fr) et au sein du Musée vivant sur les fruits et légumes à Avignon (www.epicurium.fr)).

Le système SAINCat,LIM quant à lui a été adapté du SAIN,LIM de l'AFSSA dans le projet OPTIMED puis le RMT Nutriprevius, afin de tenir compte des spécificités des catégories d'aliments (25).

Sur un plan technique, l'intérêt des systèmes SAIN,LIM et SAINCat,LIM réside dans i) le recours à des valeurs nutritionnelles de référence (i.e. les recommandations), ii) l'expression des scores dans des unités signifiantes: % d'adéquation et d'excès par rapport aux recommandations, iii) la non-compensation des scores, rendant possible l'évaluation séparée des qualités et des défauts, et le positionnement des aliments sur un plan (*mapping*);iv) la prise en compte de la densité nutritionnelle des aliments; v) la combinaison d'une approche transversale avec la prise en compte des spécificités des grandes catégories d'aliments.

Cependant, les systèmes SAIN,LIM et SAINCat,LIM étaient inutilisables tels quels pour l'étiquetage simplifié car : i) Une reformulation mineure des produits permet le saut de 1 ou même 2 classes, par simple effet de bord; ii) Ils font référence aux apports nutritionnels conseillés pour la population

française (ANC) au lieu des apports quotidiens de référence (AQR) par le règlement INCO; iii) Ils ont recours, notamment le SAINCat,LIM, à de nombreuses valeurs nutritionnelles non obligatoirement étiquetées.

Une démarche pas à pas a été poursuivie, avec à chaque étape et à chaque version de l'algorithme, l'introduction d'un ou deux changements par rapport à l'algorithme précédent, et l'identification et l'évaluation des modifications de classement induites par ces changements d'algorithme. Au total, 19 versions ont été ainsi testées pas à pas avant d'arriver à la formule actuelle du SENS

Une approche collaborative a été adoptée car le règlement INCO stipule (au point b) de l'article 35) que le système d'étiquetage simplifié devra "être le résultat de la consultation d'un large éventail de groupes d'intérêts" (4). Cette démarche de co-construction est en accord avec les recommandations de l'OMS qui stipulent (dans le rapport «What Works » sur les conditions de succès des interventions sur l'alimentation et l'activité physique) que les interventions doivent être menées de manière participative et multipartenariale, et que les plus efficaces sont celles qui impliquent les participants à toutes les étapes de l'action, de sa planification à sa mise en œuvre (29).

Les principaux changements entre le système SAIN,LIM et le SENS (SAIN_{SENS}, LIM_{SENS}) sont :

- **Pour le LIM_{SENS}** : intégration des AQR (Na, AGS), sucres libres (6) au lieu de sucres ajoutés
- **Pour le SAIN_{SENS}** : Intégration des AQR (Protéines, Calcium), remplacement Vit C par fruits et légumes (F&L), SAIN à 4 termes (protéines, F&L, fibres, nutriment catégorie- spécifique) au lieu de 5 (suppression du terme Fer), terme Calcium remplacé par terme catégorie-spécifique, diminution du nombre de catégories et de nutriments, création d'un SAIN matières grasses à 2 termes, création d'un SAIN boissons à 2 termes.

En pratique, des nutriments spécifiques ne sont requis que pour : boissons (Vit C), produits laitiers (Ca) et matières grasses (ALA, AGMI). Pour les autres catégories, le nutriment spécifique est déjà intégré dans la formule générale du SAIN_{SENS} : fibres pour céréales, protéines pour œufs et poisson

- **Les seuils principaux du système SAIN,LIM ont été conservés** car ils ont une signification (100% d'adéquation, 0% d'excès)
- **Des seuils complémentaires ont été définis** selon une approche pragmatique de façon à i) aboutir à quatre classes ordonnées (plus de saut de classe possible par simple effet de bord) ; ii) conserver un classement cohérent avec le bon sens nutritionnel et les repères du PNNS ; iii) permettre que des aliments de même LIM_{SENS} soient discriminés selon leur SAIN_{SENS}, sauf au-delà d'un certain seuil de LIM.

Le développement de l'algorithme du SENS à partir du système SAIN,LIM a permis de conserver les forces du système initial tout en i) introduisant les AQR définis par le règlement INCO; ii) prenant en compte la spécificité de certaines catégories d'aliments; iii) rendant l'algorithme plus opérationnel à travers notamment la suppression de certains nutriments non étiquetés iv) l'adaptant à une utilisation dans le cadre d'un étiquetage nutritionnel simplifié.

5.1.2. Eléments de validation de l'algorithme du SENS

Différentes approches ont été mises en œuvre pour valider l'algorithme du système SENS :

- **Analyse des classements sur produits génériques et sur produits réels.** Ce travail indique :
 - une bonne cohérence avec les recommandations diététiques et les repères du PNNS
 - une bonne dispersion des produits au sein des catégories et des familles
 - une capacité de discrimination entre différents produits de dénomination de vente similaire

- Analyse de la place des 4 classes du SENS dans les consommations alimentaires individuelles d'adultes en France (rations observées INCA2), selon la qualité nutritionnelle globale de leur diète, d'après une méthodologie développée par Vieux et al. (32).** Cette analyse montre que :

 - en moyenne, dans les diètes observées, la contribution énergétique des 4 classes du SENS est relativement équilibrée, chaque classe contribuant de façon presque équivalente aux calories ingérées, avec néanmoins une progression de la classe 1 à la classe 4 (20,5%; 25,6%; 26,2% et 27,7%, respectivement).
 - la contribution énergétique des aliments de la classe 1 (et de la classe 2 mais dans une moindre mesure) est d'autant plus importante que la qualité nutritionnelle des diètes est élevée et celle des aliments de la classe 4 est d'autant plus faible que la qualité nutritionnelle des diètes est élevée. La contribution énergétique des aliments de la classe 3 n'est pas affectée par la qualité nutritionnelle des diètes.
 - le pourcentage d'individus respectant les hypothèses de hiérarchie entre les 4 classes du SENS est d'autant plus élevé que la qualité nutritionnelle des diètes est élevée également.

=> les hypothèses sur la hiérarchie des classes du SENS dans les diètes observées de qualité nutritionnelle croissante sont vérifiées.
- Modélisation des rations individuelles observées INCA2 et analyse des changements alimentaires nécessaires à l'atteinte de l'ensemble des recommandations nutritionnelles, d'après une méthodologie développée par Maillot et al. (14).** Ces modélisations montrent :

 - le respect de l'ensemble des recommandations nutritionnelles induit en moyenne une forte augmentation (de la contribution énergétique) de la classe 1, une augmentation modérée de la classe 2, une baisse modérée de la classe 3 et une forte diminution de la classe 4.
 - pour les classes 1 et 4, les tendances observées en moyenne sont vraies pour la quasi-totalité des individus : augmentation de la quantité d'énergie apportée par les aliments de la classe 1 pour 95,9% des individus et diminution de la classe 4 pour 94,4% des individus.
 - pour les classes 2 et 3, les tendances observées en moyenne sont vraies pour la majorité des individus : augmentation de la quantité d'énergie apportée par les aliments de la classe 2 pour 73,2% des individus et diminution classe 3 pour 62,6% des individus.

=> Les changements des contributions respectives des 4 classes, entre diètes observées et optimisées, sont en accord avec la hiérarchie attendue
- Analyse des fréquences de consommation des aliments des 4 classes du SENS dans les diètes observées et modélisées.** Cette analyse montre que :

 - Dans les diètes observées, le nombre moyen de portions par jour est statistiquement différent entre les 4 classes mais ces différences sont de faible ampleur (la fréquence est proche de 6/j pour chaque classe) et les valeurs ne suivent pas une progression logique ;
 - Dans les diètes optimisées en revanche, les différences entre les fréquences moyenne sont importantes entre les 4 classes et suivent une progression hiérarchique (9,60 p/j >> 6,46 p/j > 5,28 p/j >> 3,75 p/j).
 - Pour la quasi-totalité des individus, l'amélioration de la qualité nutritionnelle de leur diète (respect de l'ensemble des recommandations nutritionnelles), s'accompagne d'une augmentation de la fréquence de consommation d'aliments de la classe 1 (98,4% des individus) et d'une diminution de celle des aliments de la classe 4 (95,1% des individus).

=> les hypothèses sur la hiérarchie des classes du SENS en termes de fréquences de consommation sont vérifiées.

L'algorithme permet bien d'aboutir à un classement hiérarchique des aliments au regard de leur contribution à une alimentation de bonne qualité nutritionnelle. En d'autres termes, ces études montrent que les 4 classes du SENS sont correctement ordonnées. Les résultats sur les quantités, les portions et les fréquences des aliments des 4 classes du SENS dans les diètes observées et les changements nécessaires pour atteindre l'adéquation nutritionnelle fournissent des éléments de justification d'un accompagnement pédagogique soulignant la hiérarchie des fréquences de consommation des aliments des quatre classes et l'importance de la taille des portions, dans le cadre d'une alimentation équilibrée.

5.2. Intérêt et limites

L'algorithme du SENS présente plusieurs avantages, à la fois par rapport au système SAIN,LIM, et par rapport au système FSA.

- Comme le système SAIN,LIM, le SENS répartit les aliments en 4 classes de façon transversale sur la base de deux scores signifiants et indépendants qui permettent une représentation graphique du positionnement des aliments en fonction de leur qualité nutritionnelle.
- L'algorithme du SENS est plus opérationnel que le système SAIN,LIM. Il est adapté à une utilisation dans le cadre de l'étiquetage nutritionnel simplifié mentionné par le règlement INCO (introduction des AQR, prise en compte de la spécificité de certaines catégories d'aliments, limitation du recours à certains nutriments non étiquetés).
- Les différentes approches mises en œuvre pour valider l'algorithme du SENS montrent qu'il est globalement en accord avec le bon sens nutritionnel. Les résultats apportent des éléments de preuve concernant l'ordonnancement hiérarchique des 4 classes.
- Toutes ces caractéristiques sont une force par rapport au score dit de Rayner (FSA-Ofcom-5C) qui n'intègre aucune recommandation ni valeur de référence dans sa construction et ne permet aucune représentation graphique, questionnant ainsi son interprétation et limitant sa valeur pédagogique.

Malgré sa simplification par rapport au système SAIN,LIM, l'algorithme du SENS requiert des informations nutritionnelles non obligatoirement étiquetées sur des nutriments qui n'ont pas nécessairement d'AQR.

- Tout comme le **score FSA**, le SENS nécessite de connaître les teneurs en fibres et le % F&L, deux informations non obligatoirement étiquetées et sans AQR. Contrairement au score FSA, le SENS requiert aussi les teneurs en sucres libres pour tous les aliments, ainsi que les teneurs en calcium pour les produits laitiers, en acides gras AGMI et ALA pour les matières grasses et en vitamine C pour les boissons.
- Le recours aux **sucres libres** dans l'algorithme de calcul du LIM_{SENS} pourrait être considéré comme une limite car cette variable n'est pas obligatoirement étiquetée et n'a pas d'AQR. Nous pensons au contraire que ceci doit être vu comme une force, car la problématique des sucres libres est largement à l'agenda des politiques nutritionnelles en Europe et dans le monde. De plus, il existe une recommandation bien identifiée, celle de l'OMS, reprise par de nombreux organismes officiels. Demander aux fabricants de suivre les quantités de sucres qu'ils ajoutent à leurs produits s'inscrit directement dans cette dynamique. Inclure les sucres libres dans le classement SENS incitera nécessairement les opérateurs à suivre cette variable en routine dans leurs produits, ce qui les fera rapidement monter en compétence et leur permettra de mieux la maîtriser.
- L'utilisation des **sucres totaux** non seulement ne permet pas la même pertinence nutritionnelle mais pourrait faciliter, voire encourager, des pratiques de substitution d'ingrédients nobles riches

en sucres intrinsèques, comme les fruits et le lait, par des ingrédients de charge et de texture sans intérêt nutritionnel et contenant la même teneur en sucres totaux. D'ailleurs tous les rapports sur la nécessaire diminution de la consommation de sucre font mention des sucres libres ou ajoutés, jamais des sucres totaux.

- Le recours aux **autres nutriments spécifiques non étiquetés** pourrait lui aussi être vu comme une faiblesse. Puisqu'il s'agit de nutriments spécifiques des catégories, nous pensons que le recours à ces informations est légitime car il permet de mieux tenir compte de la densité nutritionnelle des produits. Les fabricants se doivent de maîtriser leurs recettes et ingrédients et de connaître la spécificité nutritionnelle de leurs produits. L'algorithme du SENS a été volontairement conçu de façon à valoriser les reformulations associées à une réelle amélioration de la qualité nutritionnelle, en évitant les reformulations visant à remplacer des ingrédients nobles par des ingrédients vides.

Le SENS classe sévèrement les produits salés. Ceci est lié à l'utilisation de l'AQR pour le sodium (2400 mg) associé au fait que nous avons conservé le seuil principal de 7,5% pour le LIM_{SENS}. Même des produits qui contiennent peu de gras et de sucre peuvent être mal classés par le SENS s'ils ont des teneurs élevées en sel. C'est notamment le cas de certains produits de panification. Nous n'avons pas cherché à "corriger" cette sévérité, d'une part car ces aliments sont les principaux vecteurs de sel dans la population française, et d'autre part car nous avons vérifié qu'il existait de nombreux produits de panification classés en 1, correspondant notamment à ceux respectant, ou dépassant modérément, les recommandations de l'ANSES concernant l'ajout de sel dans le pain (30). Il nous semble important d'inciter les fabricants à se rapprocher rapidement de ces recommandations, et nous pensons que le classement SENS pourra contribuer à cette évolution favorable.

La prise en compte des catégories peut elle aussi être vue comme une limite car demandeuse d'informations supplémentaires. Nous considérons au contraire qu'elle est strictement nécessaire pour une description pertinente de la qualité nutritionnelle des produits. A cet égard, il est intéressant de remarquer que les choix effectués lors du développement de l'algorithme du SENS sont en accord avec ceux de plusieurs institutions. Ainsi, le système de profilage préconisé par la commission européenne (5), comme celui préconisé par l'OMS (11), sont des systèmes par catégories. Même les concepteurs du score transversal FSA-Ofcom ont reconnu qu'un système intégrant un nombre raisonnable de catégories était plus pertinent qu'un système totalement transversal (41).

En l'absence de gold standard permettant de juger de façon objective de la qualité nutritionnelle d'un produit alimentaire considéré isolément (1), il est très difficile de comparer, en pratique, des systèmes de profilage sur la base de leur pertinence nutritionnelle. Il nous semble néanmoins important de souligner que de petites différences de classement entre 2 systèmes peuvent sembler anodines mais sont en fait à prendre très au sérieux :

- Par respect pour les fabricants et consommateurs des produits concernés par un classement « non juste » ;
- Par respect pour l'ensemble des consommateurs qui attendent d'un système d'information simplifiée une information juste et permettant une comparaison de l'ensemble des produits ;
- Pour éviter des dissonances cognitives qui pourraient conduire certains consommateurs à considérer qu'un classement n'est pas pertinent, car contraire au bon sens nutritionnel, et pourraient les inciter à rejeter en bloc l'ensemble du système, voire même de toute information nutritionnelle¹⁶.

¹⁶ C'est pour limiter ces dissonances cognitives que nous avons par exemple ajouté des exceptions visant à réserver la classe 1 à l'eau ou à déclasser des produits trop denses en énergie.

5.3. Evolutions souhaitées à plus long terme pour dépasser les limites identifiées

Aucun système de profilage nutritionnel n'est parfait. En particulier, la plupart des systèmes présentent des limites quand il s'agit de valoriser la qualité des lipides et des glucides. L'introduction des sucres libres dans le SENS permet sans aucun doute de mieux faire la distinction entre les glucides simples à limiter, sources de calories vides, et les glucides intrinsèquement présents dans les aliments. Il reste néanmoins encore des efforts à faire pour mieux prendre en compte la qualité des lipides dans les aliments (hors matières grasses).

L'algorithme du SENS peut encore être amélioré. Il faudrait prévoir une réévaluation des seuils et/ou de la formule tous les trois à cinq ans pour tenir compte des derniers éléments scientifiques, de l'évolution des habitudes alimentaires ou de l'accès à des données plus précises sur la composition nutritionnelle des aliments et des ingrédients.

Pour des améliorations futures, on pourra envisager d'ajouter des nutriments optionnels comme les acides gras oméga 3 (pas seulement dans les matières grasses visibles) ou les polyphénols et pourvoir ainsi mieux rendre compte des qualités de certaines catégories.

Il pourrait aussi être intéressant de prévoir des pénalités ou bonus (voire même déclassement ou surclassement) pour certains aliments qui disposent de données épidémiologiques sans équivoque, négatives ou positives.

L'algorithme du SENS aboutit à un classement, au sein des catégories de produits et au sein des produits de même dénomination de vente, suffisamment discriminant pour être informatif au moment où le consommateur effectue ses décisions d'achat, sans rechercher à tout prix une distribution sur l'ensemble des 4 classes, qui pourrait mettre en défaut la pertinence globale du système.

Les résultats des études de validation permettent d'affirmer que les 4 classes sont bien ordonnées et en accord avec la contribution des aliments à une alimentation équilibrée.

Le calcul du SENS repose sur quelques nutriments non étiquetés, tels que les sucres libres ou le pourcentage de certains ingrédients. Près d'une vingtaine d'opérateurs, distributeurs et industriels réunis, se sont mobilisés pour transmettre dans les courts délais de la remise de ce rapport l'ensemble des données nécessaire au calcul du SENS sur leurs produits. Ils l'ont fait car ils sont convaincus qu'un juste classement des produits nécessite le recueil d'informations pertinentes.

Quel qu'il soit, un système face avant ne peut être qu'une pierre dans l'édifice de la prévention nutritionnelle, mais il faut que cette pierre soit solide.

Références

1. WHO. Nutrient Profiling: Report of a WHO/IASO Technical Meeting London, United Kingdom, 4-6 October 2010. Report 2011;
2. AFSSA. Définition de profils nutritionnels pour l'accès aux allégations nutritionnelles et de santé: propositions et arguments (Setting of nutrient profiles for accessing nutrition and health claims: proposals and arguments). Report June 2008 2008; Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments: <http://www.afssa.fr/Documents/NUT-Ra-Profils.pdf>
3. The European Parliament and the Council of the European Union. Regulation (EC) No 1924/2006 of the European Parliament and of the Council of 20 December 2006 on nutrition and health claims made on foods. Official Journal of the European Union 2006; L 404:9-25.
4. The European Parliament and the Council of the European Union. REGULATION (EU) No 1169/2011 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 25 October 2011 on the provision of food information to consumers, amending Regulations (EC) No 1924/2006 and (EC) No 1925/2006 of the European Parliament and of the Council, and repealing Commission Directive 87/250/EEC, Council Directive 90/496/EEC, Commission Directive 1999/10/EC, Directive 2000/13/EC of the European Parliament and of the Council, Commission Directives 2002/67/EC and 2008/5/EC and Commission Regulation (EC) No 608/2004. Official Journal of the European Union 2011; 304:18-63.
5. EUROPEAN COMMISSION HEALTH AND CONSUMERS DIRECTORATE-GENERAL. Working document on the setting of nutrient profiles - 04/11/2008-3. http://www.senat.fr/europe/textes_europeens/a0006.pdf 2008;
6. World Health Organization. Sugars intake for adult and children. Guideline. 2015. http://who.int/nutrition/publications/guidelines/sugars_intake/en/ 2015;
7. Drewnowski A, Maillot M, Darmon N. Should nutrient profiles be based on 100 g, 100 kcal or serving size? Eur J Clin Nutr 2009; 63:898-904.
8. Himaya A, Louis-Sylvestre J. The effect of soup on satiation. Appetite 1998; 30:199-210.
9. Darmon N, Vieux F, Maillot M, Volatier JL, Martin A. Nutrient profiles discriminate between foods according to their contribution to nutritionally adequate diets: a validation study using linear programming and the SAIN, LIM system. Am J Clin Nutr 2009; 89:1227-36.
10. Public Health England. Sugars reduction: The evidence for action. https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/470179/Sugar_reduction_The_evidence_for_action.pdf 2015;
11. WHO regional office for Europe. Nutrient profile model. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/270716/Nutrient-Profile-Model.pdf?ua=1 2015;

12. Informal Meeting of Health Ministers. Discussion Paper: **Facing the challenges of nutrition policy in the European Union** . 20-21 April 2015, Riga, Latvia
2015;http://www.vm.gov.lv/images/userfiles/Prezidentura/nonpaper_nutrition.pdf:
13. Maillot M, Darmon N, Drewnowski A, Arnault N, Czernichow S, Hercberg S. Nutritional quality is positively associated with energy cost in foods and diets consumed by adults in the Suvimax Study. Congrès EGEA III, 18-21 Mai, Rome (Italie) 2005;
14. Maillot M, Drewnowski A, Vieux F, Darmon N. Quantifying the contribution of foods with unfavourable nutrient profiles to nutritionally adequate diets. Br J Nutr 2011;105:1133-7.
15. Clerfeuille E, Vieux F, Lluch A, Darmon N, Rolf-Pedersen N. Assessing the construct validity of five nutrient profiling systems using diet modeling with linear programming. Eur J Clin Nutr 2013;67:1003-5.
16. Darmon N, Darmon M, Maillot M, Drewnowski A. A nutrient density standard for vegetables and fruits: nutrients per calorie and nutrients per unit cost. J Am Diet Assoc 2005;105:1881-7.
17. Maillot M, Darmon N, Darmon M, Lafay L, Drewnowski A. Nutrient-Dense Food Groups Have High Energy Costs: An Econometric Approach to Nutrient Profiling. J Nutr 2007;137:1815-20.
18. Darmon M, Darmon N. L'équilibre nutritionnel. Concepts de base et nouveaux indicateurs : le SAIN et le LIM. Tec&Doc 2008;Lavoisier Editeur:
19. Maillot M, Ferguson EL, Drewnowski A, Darmon N. Nutrient profiling can help identify foods of good nutritional quality for their price: a validation study with linear programming. J Nutr 2008;138:1107-13.
20. Drewnowski A, Maillot M, Darmon N. Testing nutrient profile models in relation to energy density and energy cost. Eur J Clin Nutr 2009;63:674-83.
21. IFN. Conférence de l'Institut Français pour la Nutrition sur les profils nutritionnels des aliments: actualites, enjeux et perspectives. Symposium 12 Juin 2006 2007;Available at: <http://www.alimentation-sante.com/public/actes/juin06r.htm>:
22. Conseil National de l'Alimentation (CNA). Mise en œuvre et conséquences d'un système de profils nutritionnels prévu par le règlement (CE) 1924/2006 concernant les allégations nutritionnelles et de santé portant sur les denrées alimentaires. Avis n°63, adopté le 13 octobre 2008. http://cna-alimentation.fr/index.php?option=com_docman&Itemid=28 2008;
23. Arsenault JE, Fulgoni VL, III, Hersey JC, Muth MK. A novel approach to selecting and weighting nutrients for nutrient profiling of foods and diets. J Acad Nutr Diet 2012;112:1968-75.
24. Rastoin JL, Gherzi G. Le système alimentaire mondial. Concepts et méthodes, analyses et dynamiques. Editions QUAE 2010;ISBN 978-2-7592-0610-0:
25. Rouveyrol C, Lesturgeon A, Georgé S, Amiot-Carlin MJ, Darmon N. GUIDE PRATIQUE OPTIMED : Une démarche d'optimisation et de valorisation nutritionnelles basée sur deux outils originaux. Guide ACTIA 2014;

26. Lafay L. Etude Individuelle et Nationale sur les Consommations Alimentaires, INCA 2 (2006-2007). Paris: <http://www.afssa.fr/Documents/PASER-Ra-INCA2.pdf>, 2007.
27. Tharrey M, Dubois C, Vieux F, Maillot M, Darmon N. Analyse comparée de deux systèmes de profilage nutritionnel français : le SAIN, LIM et le système proposé dans le cadre du PNNS. *Nutrition Clinique et Métabolique* 2014;28 - N° S1:S189-P239
28. Azais-Braesco V, Goffi C, Labouze E. Nutrient profiling: comparison and critical analysis of existing systems. *Public Health Nutr* 2006;9:613-22.
29. WHO. Interventions on diet and physical activity: WhatWorks. Summary report 2009;
30. AFSSA. Rapport du groupe de travail sur le sel. Report 2002; accessible at <http://www.afssa.fr/ftp/afssa/basedoc/rapportselnet2.pdf>:
31. Braesco V, Gauthier T, Bellisle F. Jus de fruits et nectars. *Cah Nutr Diet* 2013;48:248-56.
32. Vieux F, Soler LG, Touazi D, Darmon N. High nutritional quality is not associated with low greenhouse gas emissions in self-selected diets of French adults. *Am J Clin Nutr* 2013;97:569-83.
33. Issa C, Salameh P, Batal M, Vieux F, Lairon D, Darmon N. The nutrient profile of traditional Lebanese composite dishes: comparison with composite dishes consumed in France. *Int J Food Sci Nutr* 2009;60, S4:285-95.
34. Achir A, Kindossi J, Bohuon P, Collignan A, Trystram G. Ability of some food preservation processes to modify the overall nutritional value of food. *Journal of Food Engineering* 2010;100:613-21.
35. Darmon N, Lacroix A, Muller L, Ruffieux B. Food price policies improve diet quality while increasing socioeconomic inequalities in nutrition. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2014;11:66
36. Muller L, Ruffieux B. Modification des achats en réponse à l'apposition de différents logos d'évaluation nutritionnelle sur la face avant des emballages. *Cah Nutr Diet* 2012;47:171-82.
37. Gaigi H, Raffin S, Maillot M, Adrover L, Ruffieux B, Darmon N. Expérimentation d'un fléchage nutritionnel dans deux supermarchés à Marseille «Le choix Vita+». *Cah Nutr Diet* 2015;50:16-24.
38. Gamburzew A, Raffin S, Darcel N, Tomé D, Dubois C, Maillot M, Colard M, Darmon N. Manger Top : une intervention de marketing social avec marquage nutritionnel dans deux supermarchés à Marseille. Texte de la conférence du Fond Français Alimentation Santé (FFAS) sur L'étiquetage nutritionnel simplifié: Comment tester son impact sur les achats ? Intérêt et limites des différents types d'évaluation Paris, FFAS, 17 juin 2015 2015;
39. Masset G, Soler LG, Vieux F, Darmon N. Identifying sustainable foods: the relationship between environmental impact, nutritional quality, and prices of foods representative of the French diet. *J Acad Nutr Diet* 2014;114:862-9.
40. Masset G, Vieux F, Darmon N. Which functional unit to identify sustainable foods? *Public Health Nutr* 2015;18:2488-97.

41. Scarborough P, Arambepola C, Kaur A, Bhatnagar P, Rayner M. Should nutrient profile models be 'category specific' or 'across-the-board'? A comparison of the two systems using diets of British adults. *Eur J Clin Nutr* 2010;64:553-60.
42. Maillot M, Vieux F, Ferguson EF, Volatier JL, Amiot MJ, Darmon N. To meet nutrient recommendations, most French adults need to expand their habitual food repertoire. *J Nutr* 2009;139:1721-7.
43. Maillot M, Vieux F, Amiot J, Darmon N. Individual diet modeling translates nutrient recommendations into realistic and individual-specific food choices. *Am J Clin Nutr* 2010;91:421-30.
44. Maillot M, Issa C, Vieux F, Lairon D, Darmon N. The shortest way to reach nutritional goals is to adopt Mediterranean food choices: evidence from computer-generated personalized diets. *Am J Clin Nutr* 2011;94:1127-37.

ANNEXE 1. Le SENS pratique

Encadré A. Les formules du LIM_{SENS} et du SAIN_{SENS}

Formule du LIM_{SENS}

$$\text{LIM}_{\text{SENS}} = \frac{\left(\frac{\text{Sodium}}{2400 \text{ (AQR)}} + \frac{\text{AGS}}{20 \text{ (AQR)}} + \frac{\text{Sucres Libres}}{50} \right)}{3} \times 100$$

Le LIM_{SENS} est exprimé pour 100g. Le LIM_{SENS} des boissons est multiplié par 2,5.

Formule générale du SAIN_{SENS}

$$\text{SAIN}_{\text{SENS}} = \frac{\left(\frac{\text{F\&L}}{10} + \frac{\text{Protéines}}{50 \text{ (AQR)}} + \frac{\text{Fibres}}{20} + \frac{\text{NutCat} \times \text{Pond.}}{\text{RefNutCat}} \right)}{4} \times 100$$

Le SAIN_{SENS} est exprimé pour 100kcal

Formules du SAIN_{SENS} des matières grasses

$$\text{SAIN}_{\text{SENS}} \text{ Matières Grasses} = \frac{\left(\frac{\text{ALA}}{1,8} + \frac{\text{AGMI}}{44,4} \right)}{2} \times 100$$

Formules du SAIN_{SENS} des boissons

$$\text{SAIN}_{\text{SENS}} \text{ Boissons} = \frac{\left(\frac{\text{F\&L}}{10} \times 2 + \frac{\text{Vit C}}{80 \text{ (AQR)}} \times 0,4^* \right)}{2} \times 100$$

La formule s'applique à toutes les boissons, excepté le lait

Tableau A. Nutriments spécifiques des catégories (NutCat), valeurs de références (RefNutCat) et coefficients de pondération (Pond.)

Catégories SENS	NutCat	RefNutCat	Pond.
Céréales (> 50%)	Fibres	20 g	2
Fromage ¹⁷	Calcium	800 mg (=AQR)	2
Autres produits laitiers (> 50%)	Calcium	800 mg (=AQR)	1
Œuf (>50%)	Protéines	50g (=AQR)	1
Poisson (>50%)	Protéines	50g (=AQR)	1
Autres (excepté matières grasses et boissons)	Zéro	NA	NA

¹⁷ >70% de fromage sur la base du décret n° 2007-628 modifié par le décret n° 2013-1010 du 12 novembre 2013 article 10.3.b

Les seuils et les classes du système SENS

Le système SENS répartit les aliments en 4 classes sur la base des scores $SAIN_{SENS}$ et LIM_{SENS}

Pour chaque score, un seuil principal et des seuils secondaires sont définis :

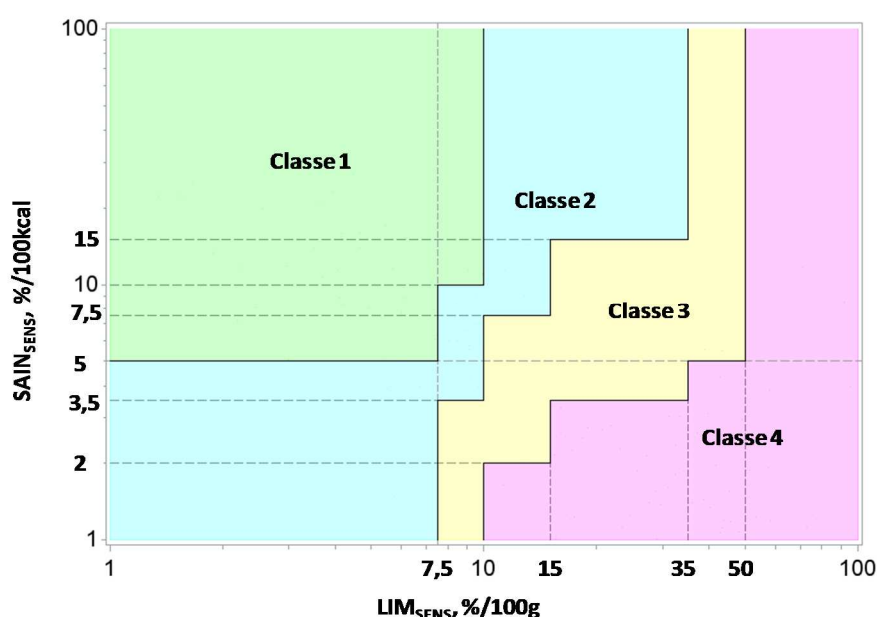
Seuils principaux:

- 5 pour le $SAIN_{SENS}$, correspondant à 5% pour 100kcal et 100% d'adéquation pour 2000kcal
- 7,5 pour le LIM_{SENS} , correspondant à 0% d'excès (ou 100% des valeurs max. pour 1,33kg)

Seuils secondaires

- 10 ; 15 ; 35 ; 50 ; pour le LIM_{SENS}
- 2 ; 3,5 ; 7,5 ; 10 ; 15 ; pour le $SAIN_{SENS}$

Figure A. Classement graphique des aliments par le système SENS



L'appartenance à une classe peut être déterminée graphiquement ou selon le tableau ci-dessous:

Tableau B. Classement SENS des aliments, selon leurs scores $SAIN_{SENS}$ et LIM_{SENS}

	$LIM_{SENS} < 7,5$	$7,5 \leq Ls < 10$	$10 \leq Ls < 15$	$15 \leq Ls < 35$	$35 \leq Ls < 50$	$LIM_{SENS} \geq 50$
$SAIN_{SENS} \geq 15$	Classe 1	Classe 1	Classe 2	Classe 2	Classe 3	Classe 4
$10 \leq SAIN_{SENS} < 15$	Classe 1	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 3	Classe 4
$7,5 \leq SAIN_{SENS} < 10$	Classe 1	Classe 2	Classe 2	Classe 3	Classe 3	Classe 4
$5 \leq SAIN_{SENS} < 7,5$	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 4
$3,5 \leq SAIN_{SENS} < 5$	Classe 2	Classe 2	Classe 3	Classe 3	Classe 4	Classe 4
$2 \leq SAIN_{SENS} < 3,5$	Classe 2	Classe 3	Classe 3	Classe 4	Classe 4	Classe 4
$SAIN_{SENS} < 2$	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 4	Classe 4	Classe 4

Encadré B. déclassements exceptionnels

Exception visant à réserver la classe 1 à l'eau :

Les boissons classées en 1 avec kcal > 0/100ml sont déclassées en 2.

Exceptions visant à déclasser aliments trop denses en énergie (matières grasses non concernées)

- de 1 en 2 si > 400kcal/100g
- de 2 en 3 si > 400kcal/100g
- de 3 en 4 si > 500kcal/100g ET Na > 200mg/100g

Procédure d'identification de la classe d'un aliment selon le système SENS

- Déterminer sa catégorie d'appartenance (**Tableau A**)
- Réunir les données nécessaires au calcul des scores $SAIN_{SENS}$ et LIM_{SENS} pour les aliments de cette catégorie (**Tableau C**)
- Confronter ces valeurs aux seuils minimum et maximum de saisie (**Tableau D**)
- Calculer les valeurs des scores $SAIN_{SENS}$ et LIM_{SENS} (**Encadré A**)
- Déterminer la classe d'appartenance (**Figure A** ou **Tableau B**)
- Vérifier si une exception de déclassement s'applique ou non (**Encadré B**)

Tableau C. Données nutritionnelles nécessaires au classement selon le SENS

	Boissons	Produits laitiers	Matières grasses	Autres
<i>Energie (kcal/100g)</i>	X	X	X	X
<i>Fruits et légumes (proportion, en g/g)</i>	X	X		X
<i>Protéines (g/100g)</i>		X		X
<i>Fibres (g/100g)</i>		X		X
<i>Ac gras saturés, AGS (g/100g)</i>	X	X	X	X
<i>Sodium (mg/100g)</i>	X	X	X	X
<i>Sucres libres (g/100g) (ou sucres totaux à défaut)</i>	X	X	X	X
<i>Calcium (mg/100g)</i>		X		
<i>Vitamine C (mg/100g)</i>	X			
<i>Ac α-linoléique, (g/100g)</i>			X	
<i>Ac gras mono-insaturés, AGMI (g/100g)</i>			X	

Tableau D. Seuils minimum pour simplifier le calcul du SENS, seuils maximum pour limiter les enrichissements

Eléments	Seuils minimum	Seuils maximum
Fibres, g/100g	0,5	-
F&L, g/g	0,2	-
Sucres libres, g/100g	1	-
ALA, g/100g	0,1	-
AGMI, g/100g	1	-
Calcium, mg/100g	20	150 dans les produits laitiers hors fromage, Pas de plafonnement dans les fromages
Vitamine C, mg/100g	2	50 (si proportion F&L= 1), 20 (si proportion F&L $\geq$ 0,3), 0 (si proportion F&L <0,3)

ANNEXE 2. Rationnel et développement de l'algorithme du SENS¹⁸



Santé publique
P343

Adaptation du système SAIN,LIM pour ordonner les aliments en 4 classes sur la base de leurs caractéristiques nutritionnelles et des apports quotidiens de référence européens (AQR) (présentation de l'algorithme du SENS*)

Matthieu Maillot¹, Nicole Darmon², Véronique Braesco³

¹ MS-Nutrition, Marseille; ² UMR NORT INRA/INSERM/AMU, Marseille; VAB-Nutrition, Clermont-Ferrand

* SENS : Système d'Etiquetage Nutritionnel Simplifié

Contexte réglementaire sur l'étiquetage nutritionnel

En Europe, le règlement INCO (CE 1169/2011) sur l'information du consommateur (1), rend obligatoire l'étiquetage d'une déclaration nutritionnelle sur les denrées alimentaires préemballées et autorise des formes complémentaires d'expression graphique de type logo en prévoyant que les États membres puissent recommander aux exploitants du secteur alimentaire d'utiliser une ou plusieurs de ces expressions complémentaires.

En France, le projet de loi de Santé prévoit dans son article 5 la mise en place en face avant des packagings alimentaires d'un système d'information nutritionnel complémentaire, sur un mode volontaire.

Objectif

Adapter les systèmes SAIN,LIM (2) et SAINCat,LIM (3) en algorithme de classement pour un Système d'Etiquetage Nutritionnel Simplifié, le SENS

Ceci a nécessité de : I) ordonner les 4 classes; II) intégrer les AQR ; III) limiter le recours à des nutriments non obligatoirement étiquetés.

Les systèmes SAIN,LIM et SAINCat,LIM

Le système SAIN,LIM proposé par l'AFSSA en 2008 (2) est considéré par l'OMS (4) comme « le système français de profilage nutritionnel ».

Il répartit les aliments en 4 classes sur la base de leurs caractéristiques nutritionnelles, et permet leur positionnement sur un plan d'axes SAIN et LIM.

Le système SAINCat,LIM a été adapté du SAIN,LIM de l'AFSSA dans le cadre du projet OPTIMED (et du RMT Nutriprevius) afin de tenir compte des spécificités de certaines catégories d'aliments (3).

Les systèmes SAIN,LIM et SAINCat,LIM sont inutilisables en tant que tels pour l'étiquetage simplifié, car :

- Une reformulation mineure des produits permet le saut de 1, voire 2 classes, par effet de bord;
- Ils font référence aux apports nutritionnels conseillés pour la population française (ANC) au lieu des apports quotidiens de référence (AQR) définis par le règlement INCO;
- Ils ont recours, notamment le SAINCat,LIM, à de nombreuses valeurs nutritionnelles non obligatoirement étiquetées.

Méthode

Une démarche pas à pas a été poursuivie, en partant du système SAIN,LIM de l'AFSSA et en s'inspirant du système SAINCat,LIM, avec à chaque étape et à chaque version de l'algorithme, l'introduction d'un ou deux changements par rapport à l'algorithme précédent, et l'identification et l'évaluation des modifications de classement induites par ces changements d'algorithme.

Une approche collaborative a été adoptée

Un comité de pilotage (COPIL) piloté par la FCD (Fédération du Commerce et de la Distribution), et comprenant des représentants de la grande distribution, d'industries et d'interprofessions, et des scientifiques (conseil scientifique, CS) a été constitué. Des représentants d'associations de consommateurs ont été conviés mais les statuts des organisations interdisaient la participation à une telle démarche. Un groupe de travail (GT) dédié au développement de l'algorithme a également été réuni. L'algorithme du SENS a été élaboré progressivement, sur la base de nombreux allers-retours entre le COPIL, le GT algorithmique et le CS, le GT s'étant fixé pour lignes directrices de rester intégral, rigoureux et transparent dans la démarche de remaniement et d'amélioration de l'algorithme.

→ Cette démarche de co-construction est en accord avec les recommandations de l'OMS qui stipulent (dans le rapport «What Works » sur les conditions de succès des interventions sur l'alimentation et l'activité physique) que les interventions doivent être menées de manière participative et multipartenariale, et que les plus efficaces sont celles qui impliquent les participants à toutes les étapes de l'action, de sa planification à sa mise en œuvre (5).

→ Le règlement INCO stipule lui aussi (au point b) de l'article 35) que le système d'étiquetage simplifié devra "être le résultat de la consultation d'un large éventail de groupes d'intérêts" (1).

Résultats

[voir aussi poster P337 : éléments de validation de l'algorithme du SENS]

Des systèmes SAIN,LIM et SAINCat,LIM

19 versions ont été testées pas à pas

... à l'algorithme du SENS

FORMULE du LIM_{AFSSA}(2)

$$LIM_{AFSSA} = \frac{\text{Sodium (mg/100g)} \times 25 + \text{AGS (g/100g)} \times 22 + \text{Sucres (g/100g)} \times 50}{3} \times 100$$

* Spécificité Catégorie Boissons : LIM x 2,5

Intégration des AQR (Sodium, AGS)
Remplacement Sucres ajoutés par Sucres libres (6)

FORMULE du LIM_{SENS}

$$LIM_{SENS} = \frac{\text{Sodium (mg/100g)} \times 2400 + \text{AGS (g/100g)} \times 26 + \text{Sucres libres (g/100g)} \times 50}{3} \times 100$$

* Spécificité Catégorie Boissons : LIM x 2,5

FORMULES du SAIN_{AFSSA}(2) et du SAIN_{Cat}(3)

$$SAIN_{AFSSA} = \frac{V.E.C. + \text{Protéines (g/100g)} \times 10 + \text{Fibres (g/100g)} \times 25 + \text{Calcium (mg/100g)} \times 10 + \text{Fer (mg/100g)} \times 10 + \text{Vitamine D (µg/100g)} \times 10 + \text{Vitamine B12 (µg/100g)} \times 10}{8} \times 100$$

* SAIN_{AFSSA} est égal à SAIN_{Cat} avec la vitamine B12 pour unique nutriment optionnel appliqué à tous les aliments, excepté pour les matières grasses où les nutriments optionnels sont les mêmes que ceux de SAIN_{Cat}.

** Terme min ou le plus faible des 6 autres termes pris en compte dans le calcul. Terme NutriCatégories Boissons de Terme min quand il est plus élevé que l'un des termes des 5 nutriments de base de SAIN_{AFSSA} (i.e. V.E.C., Prot., Fib., Ca, Fe).

Intégration des AQR (Protéines, Calcium)
Remplacement Vit C par fruits et légumes (F&L)
SAIN à 4 termes au lieu de 5 (suppression terme Fe)
Terme Ca remplacé par terme catégorie spécifique
Diminution nombre de catégories et de nutriments
Création d'un SAIN matières grasses à 2 termes
Création d'un SAIN boissons à 2 termes

FORMULES du SAIN_{SENS}

$$SAIN_{SENS} = \frac{F\&L + \text{Protéines (g/100g)} \times 10 + \text{Fibres (g/100g)} \times 25 + \text{Calcium (mg/100g)} \times 10 + \text{Fer (mg/100g)} \times 10 + \text{Vitamine D (µg/100g)} \times 10 + \text{Vitamine B12 (µg/100g)} \times 10}{4} \times 100$$

* SAIN_{SENS} est égal à SAIN_{AFSSA} avec la vitamine B12 pour unique nutriment optionnel appliqué à tous les aliments, excepté pour les matières grasses où les nutriments optionnels sont les mêmes que ceux de SAIN_{AFSSA}.

** Terme min ou le plus faible des 6 autres termes pris en compte dans le calcul. Terme NutriCatégories Boissons de Terme min quand il est plus élevé que l'un des termes des 5 nutriments de base de SAIN_{AFSSA} (i.e. V.E.C., Prot., Fib., Ca, Fe).

*** Matières grasses : huiles, margarines, beurres, crèmes fraîches, mayonnaises, vinaigrettes...

**** Produits laitiers (hors fromages) : 100% (i.e. 50% ingrédient laitier)

***** Produits laitiers (fromages) : 100% (i.e. 50% ingrédient laitier)

***** Produits laitiers (fromages) : 100% (i.e. 50% ingrédient laitier)

***** Produits laitiers (fromages) : 100% (i.e. 50% ingrédient laitier)

***** Produits laitiers (fromages) : 100% (i.e. 50% ingrédient laitier)

***** Produits laitiers (fromages) : 100% (i.e. 50% ingrédient laitier)

***** Produits laitiers (fromages) : 100% (i.e. 50% ingrédient laitier)

***** Produits laitiers (fromages) : 100% (i.e. 50% ingrédient laitier)

***** Produits laitiers (fromages) : 100% (i.e. 50% ingrédient laitier)

***** Produits laitiers (fromages) : 100% (i.e. 50% ingrédient laitier)

***** Produits laitiers (fromages) : 100% (i.e. 50% ingrédient laitier)

***** Produits laitiers (fromages) : 100% (i.e. 50% ingrédient laitier)

***** Produits laitiers (fromages) : 100% (i.e. 50% ingrédient laitier)

***** Produits laitiers (fromages) : 100% (i.e. 50% ingrédient laitier)

***** Produits laitiers (fromages) : 100% (i.e. 50% ingrédient laitier)

***** Produits laitiers (fromages) : 100% (i.e. 50% ingrédient laitier)

***** Produits laitiers (fromages) : 100% (i.e. 50% ingrédient laitier)

***** Produits laitiers (fromages) : 100% (i.e. 50% ingrédient laitier)

***** Produits laitiers (fromages) : 100% (i.e. 50% ingrédient laitier)

***** Produits laitiers (fromages) : 100% (i.e. 50% ingrédient laitier)

***** Produits laitiers (fromages) : 100% (i.e. 50% ingrédient laitier)

***** Produits laitiers (fromages) : 100% (i.e. 50% ingrédient laitier)

***** Produits laitiers (fromages) : 100% (i.e. 50% ingrédient laitier)

***** Produits laitiers (fromages) : 100% (i.e. 50% ingrédient laitier)

***** Produits laitiers (fromages) : 100% (i.e. 50% ingrédient laitier)

***** Produits laitiers (fromages) : 100% (i.e. 50% ingrédient laitier)

***** Produits laitiers (fromages) : 100% (i.e. 50% ingrédient laitier)

***** Produits laitiers (fromages) : 100% (i.e. 50% ingrédient laitier)

***** Produits laitiers (fromages) : 100% (i.e. 50% ingrédient laitier)

***** Produits laitiers (fromages) : 100% (i.e. 50% ingrédient laitier)

***** Produits laitiers (fromages) : 100% (i.e. 50% ingrédient laitier)

***** Produits laitiers (fromages) : 100% (i.e. 50% ingrédient laitier)

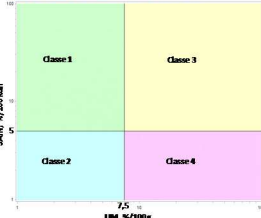
***** Produits laitiers (fromages) : 100% (i.e. 50% ingrédient laitier)

***** Produits laitiers (fromages) : 100% (i.e. 50% ingrédient laitier)

***** Produits laitiers (fromages) : 100% (i.e. 50% ingrédient laitier)

***** Produits laitiers (fromages) : 100% (i.e. 50% ingrédient laitier)

Les 4 CLASSES du SAIN,LIM



Un seuil appliqué sur chaque score définit 4 classes :

→ 5 pour le SAIN

correspondant à 5% pour

100kcal et 100%

d'adéquation pour 2000kcal

→ 7,5 pour le LIM

correspondant à 0% d'excès

(ou 100% de valeurs

maximales) en nutriments à

limiter pour un ingéré de

1,33kg

Des seuils secondaires ont été définis selon une

approche pragmatique de façon à :

• Aboutir à un classement ordonné (plus de saut de

classe possible par simple effet de bord) ;

• Conserver un classement cohérent avec le bon

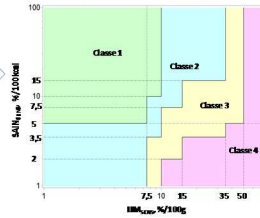
sens nutritionnel et les repères du PNNS ;

• Permettre que des aliments de même LIM_{AFSSA}

soient discriminés selon leur SAIN_{AFSSA} (et vice-

versa), sauf au-delà d'un certain seuil de LIM.

Les 4 CLASSES du SENS



Seuils principaux : même SAIN (5%) et LIM (7,5%)

Seuils secondaires :

• LIM_{AFSSA} : 10 ; 15 ; 35 ; 50 ;

• SAIN_{AFSSA} : 2 ; 3,5 ; 7,5 ; 10 ; 15 ;

Exception visant à réserver la classe 1 à l'eau :

L'eau est classée en 1 (LIM_{AFSSA} < 0, SAIN_{AFSSA} infini)

Les boissons classées en 1 avec leur LIM > 0/100g sont

déclassées en 2. Les boissons déclassées sont dans ce cas :

Exceptions visant à déclasser des aliments trop

riches en énergie (matières grasses non concernées) :

• de 1 en 2 si > 400kcal/100g ;

• de 2 en 3 si > 400kcal/100g ;

• de 3 en 4 si > 500kcal/100g ET E1 Ne > 200mg/100g ;

Conclusions

L'intérêt du système SAIN,LIM réside dans i) le recours à des valeurs nutritionnelles de référence (i.e. les recommandations), ii) l'expression des scores dans des unités significatives : % d'adéquation et d'excès par rapport aux recommandations, iii) la non-compensation des scores, rendant possible l'évaluation séparée des qualités et des défauts, et le positionnement des aliments sur un plan (mapping) Son adaptation pour l'algorithme du SENS a permis de conserver les forces du système initial tout en : i) introduisant les AQR définis par le règlement INCO; ii) prenant en compte la spécificité de certaines catégories d'aliments; iii) rendant l'algorithme plus opérationnel; iv) l'adaptant à une utilisation dans le cadre d'un étiquetage nutritionnel simplifié

¹⁸ Maillot M, Darmon N, Braesco V : Présentation lors des Journées Francophones de Nutrition, JFN 2015, Parc Chanot, Marseille, 9-11 déc. 2015

ANNEXE 3. Adaptation des données du Ciqual 2013 pour l'application du système SENS

L'algorithme du SENS a été développé puis testé à partir des données de la table CIQUAL 2013. Après exclusion des épices et des laits en poudre, 1256 aliments génériques ont été utilisés. La table du Ciqual dispose des compositions nutritionnelles moyennes en macronutriments, micronutriments, en fibres et en acides gras essentiels. Néanmoins, pour le développement du SENS certains éléments (ou caractéristiques des aliments) étaient manquants. Ainsi, la table du CIQUAL a été complétée par les informations suivantes, et ceci pour chaque aliment :

- le % de fruits et légumes, incluant les fruits (crus, cuits, transformés, surgelés, en conserve ...) et les légumes (crus, cuits, transformés, surgelés, en conserve, ...). Ce % de fruits et légumes n'inclue pas les pommes de terres, les légumes secs, les fruits séchés, les fruits oléagineux (noix, amandes, ...) ni le maïs.
- la teneur en sucres libres (voir ci-dessous)
- le % de céréales incluant toutes les céréales (blé, maïs, ...) sous toutes les formes (farine, grain, ...)
- le % de chair de poissons
- le % d'œufs
- le % de produits laitiers (plus précisément de lait et/ou fromages)

La teneur en sucres libres ainsi que le pourcentage de fruits et légumes ont été utilisés tels quels dans le calcul du SENS. En revanche, les pourcentages de céréales, de poissons, d'œufs et de produits laitiers ont permis de classer les aliments dans les catégories du SENS : « céréales », « poissons », « œufs » et « produits laitiers » respectivement dès lors que le pourcentage était strictement supérieur à 50%.

Estimation de la teneur en sucres libres en g/100g

Selon l'OMS, les « sucres libres » regroupent les monosaccharides (tels que le glucose et le fructose) et les disaccharides (tels que le saccharose ou sucre de table) qui sont ajoutés aux aliments par le fabricant, le cuisinier ou le consommateur, ainsi que les sucres naturellement présents dans le miel, les sirops, les jus de fruit et les concentrés de fruits (6). Ainsi, pour le miel, les sirops (notamment le sirop d'érable), et les boissons, y compris les jus de fruits, il a été considéré que les sucres libres étaient égaux aux sucres totaux.

Pour tous les autres aliments, les sucres libres sont égaux aux sucres ajoutés.

L'estimation des teneurs en sucres ajoutés a été réalisée par expertise et par calcul à partir des recettes. Dans la table du CIQUAL, 716 aliments n'ont pas de recette (ex : carottes râpées) et 626 aliments sont décomposés à partir de recettes proposées par l'ANSES.

Concernant les aliments sans recette (N=716)

La teneur en sucres ajoutés a été estimée par expertise :

- 665 aliments ont été considérés comme n'ayant pas de sucre ajouté (ex : les aliments simples d'origine végétale ou animal).
- pour 51 aliments, les experts ont jugé que la teneur en sucre ajouté ne pouvait pas être nulle et une teneur a été proposée.

Concernant les aliments associés à une recette (N=626)

Dans la table des recettes, 2 niveaux d'ingrédients ainsi que leurs pourcentages sont référencés. C'est-à-dire qu'au premier niveau un ingrédient peut être lui-même une recette (par exemple : le hachis parmentier est composé des ingrédients « viande hachée » et « purée de pomme de terre » dont la recette est décrite au 2^{ème} niveau : « pommes de terre, lait »). Parfois les ingrédients du 2^{ème} niveau étaient également des recettes (par ex « pâte feuilletée ») mais l'information n'était pas disponible. Ainsi tous les ingrédients du 2^{ème} niveau représentant 100% de sucrose ont été identifiés. Pour d'autres ingrédients ne contenant pas 100% de sucrose, un pourcentage a été estimé par expertise, car la recette de l'ingrédient concerné était inconnue.

La teneur en sucres ajoutés a été estimée à partir des ingrédients contenant du sucrose et de leurs proportions dans les recettes. Le sucre ajouté estimé a ensuite été comparé à la teneur en sucres totaux. Dans le cas d'une teneur en sucre ajouté supérieure aux sucres totaux, les sucres totaux ont été retenus comme estimation des sucres ajoutés.

Parmi les 626 aliments, 5 aliments avaient une teneur nulle en sucre ajouté. Pour tous les autres aliments la teneur en sucre ajouté était non-nulle. Ces valeurs ont été revues et acceptées par des experts.

ANNEXE 4. Principe de la modélisation individuelle de rations et modèle utilisé pour la validation du SENS

Principe de la modélisation de diètes individuelles

Le principe de la modélisation de diètes individuelles est de construire, pour un individu donné, une diète modélisée nutritionnellement adéquate, c'est à dire qui respecte l'ensemble des recommandations nutritionnelles en macro et micronutriments et qui soit le plus proche possible des préférences alimentaires individuelles.

La modélisation de diètes individuelles a été développée conjointement par Nicole Darmon, Matthieu Maillot et Florent Vieux, en s'appuyant sur les données de l'étude INCA1 (1999). Les travaux menés sur le développement de cette approche ont fait l'objet de 4 publications scientifiques (14;42-44). Aujourd'hui, la société MS-Nutrition, en collaboration avec Nicole Darmon continue d'améliorer cette approche de modélisation en utilisant les données de l'enquête INCA2 (26). Les travaux actuels ont conduit à l'écriture de papiers scientifiques en cours de finalisation et dont les objectifs de soumission sont pour le début de l'année 2016 (3 papiers).

Caractéristiques du modèle de diètes individuelles pour valider le SENS

Les données

L'étude INCA2 a été utilisée comme données d'input au modèle de diètes individuelles. Un échantillon d'adultes âgés entre 20 et 75 ans et ayant déclaré 7 jours de consommation alimentaires a été extrait, après exclusion des sous-déclarants. Cela a conduit à un sous-échantillon de 1729 individus. Dans cet échantillon, les adultes ont, tous ensemble, déclaré plus de mille aliments différents. Pour chaque individu, les aliments déclarés comme consommés dans la semaine d'enquête sont appelés « aliments du répertoire ».

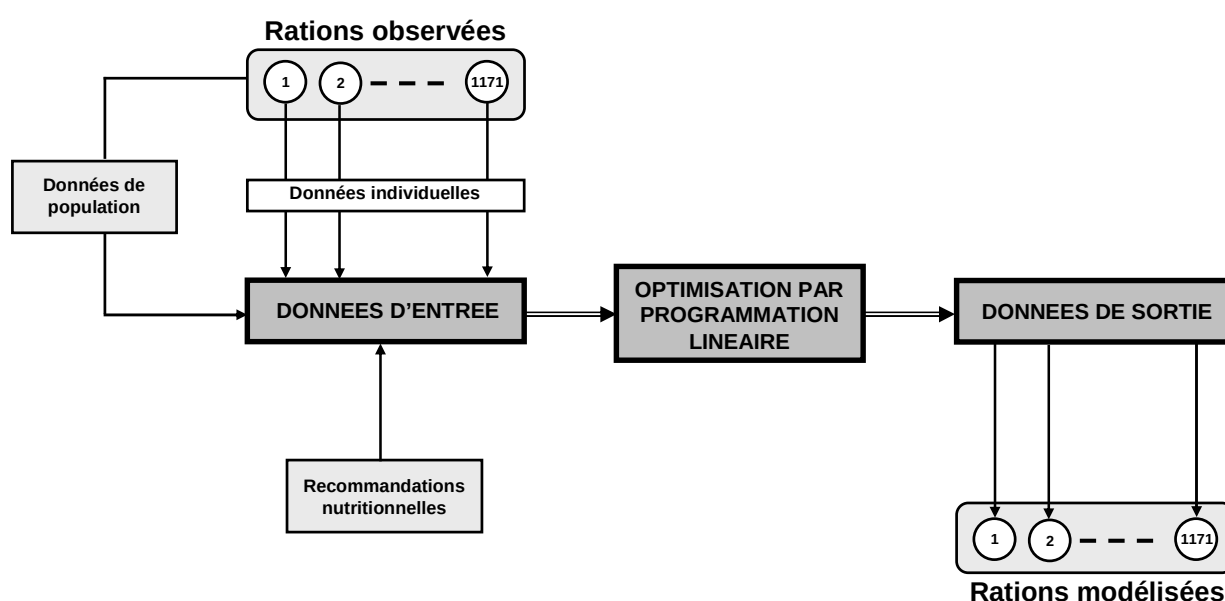
Le modèle d'optimisation

L'approche de modélisation est basée sur la programmation linéaire qui est une méthode de recherche opérationnelle visant à résoudre (trouver une seule solution) un système d'équations en optimisant (maximisation ou minimisation) une fonction linéaire. Un modèle de programmation linéaire est défini par une liste de variables, une liste de contraintes linéaires (équations ou inéquations) et une fonction de minimisation ou maximisation appelée fonction objectif, linéaire elle aussi.

Dans le cadre de l'approche de modélisation de diètes, les variables du modèle correspondent aux quantités d'aliments, les contraintes définissent les caractéristiques de la diète modélisée (ex : respect des recommandations nutritionnelles, respect d'une quantité d'énergie, ...) et la fonction objectif (maximisée ou minimisée) oriente la construction de la diète sur un critère donné (ex : construire une diète la moins chère possible, ou la plus proche d'une diète observée...).

Le modèle d'optimisation a été appliqué à chacune des 1729 diètes observées de l'échantillon d'adultes INCA2. La Figure B résume l'approche de modélisation de diètes individuelles. Les données de consommations individuelles ainsi que populationnelles, et les recommandations sont utilisées en input de l'approche de modélisation. Les diètes modélisées pour chaque individu, avec des quantités optimisées pour chaque aliment, représentent l'output.

Figure B. Schéma de l'approche de modélisation de diètes individuelles



Les variables dans les modèles

Les variables correspondaient aux quantités d'aliments. Dans tous les modèles, l'intégralité des aliments (*i.e.* tous les aliments déclarés dans l'enquête par les 1729 individus) étaient inclus sauf les aliments enrichis, les abats et les épices chez les individus qui n'en avaient pas consommé.

La fonction objectif

Comme précédemment décrit (43), nous avons défini une fonction objectif qui 1) sélectionnait préférentiellement les aliments du répertoire, 2) limitait la diminution de la quantité de chaque aliment du répertoire, 3) ajoutait, si nécessaire, des nouveaux aliments (*i.e.* aliments hors-répertoire, non consommés par l'individu pendant la semaine de l'enquête), et 4) ajoutait préférentiellement les aliments qui étaient le plus souvent consommés par l'ensemble de l'échantillon.

La fonction objectif était composée de deux parties. La première partie portait sur les aliments du répertoire de l'individu, et la deuxième sur tous les autres aliments.

○ Concernant les aliments du répertoire, seuls les écarts négatifs étaient minimisés. Cela signifie que le modèle était incité à augmenter les quantités des aliments consommés par l'individu, plutôt qu'à les diminuer (mais ni l'augmentation ni la diminution n'étaient interdites). L'idée était de favoriser la consommation des aliments présents dans le répertoire. En effet, entre 2 aliments de qualité nutritionnelle égale, nous pensons que l'augmentation de l'aliment du répertoire serait plus adaptée aux préférences alimentaires de l'individu plutôt que l'ajout d'un nouvel aliment. Par exemple, si un individu avait consommé une orange, il était préférable de lui conseiller d'en manger une seconde plutôt que de lui imposer un pamplemousse (qui ne faisait pas partie de son répertoire).

○ Concernant les aliments hors répertoire, les quantités étaient divisées par la quantité médiane observée dans la population afin que l'unité d'expression soit équivalente à celle des aliments du répertoire. Nous avons également ajouté une pondération sur les aliments hors répertoire afin que les aliments avec la plus forte fréquence de consommation (observée dans l'échantillon) soient préférentiellement choisis. Techniquement, cela signifie que l'ajout de 1% d'un aliment rarement consommé avait plus de poids sur la fonction objectif qu'une augmentation de 1% d'un aliment souvent consommé.

Les contraintes respectées par les rations modélisées

Contraintes d'acceptabilité

Des contraintes ont été imposées sur le poids total et sur les aliments pour tenir compte des habitudes de consommation dans la population et au niveau individuel.

Dans le modèle utilisé, ces contraintes étaient les suivantes :

Poids total ration	< 115% poids observé	
Groupes d'aliments	≤ p95 ¹ ou AO ²	Si AO > p95, AO est utilisé comme limite maximale
Sous-groupes	≤ p95 ¹ ou AO ²	Si AO > p95, AO est utilisé comme limite maximale
Catégories	≤ p95 ¹ ou AO ²	Si AO > p95, AO est utilisé comme limite maximale
Aliments	≤ p95 ¹ ou AO ²	Si AO > p95, AO est utilisé comme limite maximale

¹: Les percentiles étaient calculés chez les consommateurs seulement, et par sexe.

²: AO = Apports observés

Contraintes nutritionnelles

Liste des contraintes nutritionnelles imposée à chaque diète individuelle

Nutriments	Valeurs	Références
H ₂ O, mL/j	≥ 2500 (H); ≥ 2000 (F)	EFSA
Protéines, g/kg/j	≥ 0.83	FRANCE
Lipides totaux, % énergie	20 - 35	OMS
Glucides totaux, % énergie	50 - 75	OMS
Cholestérol, mg/j	≤ 300 or Apport Observé ¹	OMS
Acide alpha Linolénique, % énergie	2.5 – 9	OMS
Acide Linoléique, % énergie	≥ 0.5	OMS
DHA +EPA, g/j	≥ 0.25	OMS
Omega 3, % énergie	0.5 - 2	OMS
Acide gras polyinsaturés, % énergie	6 - 11	OMS
Acides gras saturés, % énergie	≤ 10 ou Apport Observé ¹	OMS
Sucres libres, % énergie	≤10 ou Apport Observé ¹	OMS
Sodium, mg/j	≤2759 (H) ; ≤2365 (F) ou Apport Observé ¹	NNR ²
Fibres, 10 vitamines, 9 minéraux	≥ BNM ³ ou Apport Observé ³ ou ANC ³	FRANCE

1 L'apport observé était utilisé comme limite maximum lors que ce dernier était inférieur à la recommandation

2 *Nordic Nutrient recommendations*

3 La quantité minimale de nutriment dans le modèle dépendait de l'apport observé de ce même nutriment: choix du BNM si apport < BNM; choix de l'apport observé si l'apport était entre le BNM et l'ANC; ou choix de l'ANC si apport > ANC

Les données en sortie des modèles

La résolution de chaque modèle a abouti à la création d'une nouvelle diète alimentaire hebdomadaire pour chaque individu, appelée diète modélisée (ou optimisée) nutritionnellement adéquate. Cette ration respectait strictement l'ensemble des recommandations et respectait au mieux les préférences alimentaires de l'individu.

Les modèles fournissaient une liste d'aliments avec les quantités, pour chaque individu.

ANNEXE 5. Tailles de portions utilisées dans les analyses par catégorie d'aliments

Catégories	Sous-catégories	REF	g
Fruits		ENNS	80
Légumes	Légumes crus et cuits	ENNS	80
	Soupes	Europe	250
Fruits séchés	Fruits secs	Guide canadien	40
	Fruits oléagineux	USDA	15
Féculents raffinés	Pains	ENNS	50
	Pâte, riz, semoule	ENNS	200
Féculents raffinés	Produits céréaliers complets	ENNS	175
	Légumes secs	ENNS	200
	Pommes de terre	ENNS	150
Céréales petit déjeuner		ENNS	30
Meats	Abats, viands rouges et viands blanches	ENNS	100
	Charcuteries	GEMRCN	50
Oeufs		ENNS (2 oeufs)	100
Poissons	Poissons maigres et poissons gras	ENNS	100
	Crustacés	Guide Canadien	75
	Produits processés à base de poissons	-	30
Plats composés	Plats composés	GEMRCN	250
	Soupes sans légume	ENNS	80
Sandwich	Sandwichs, Pizzas, quiches	GEMRCN	90
	Fruits oléagineux salés et produits similaires	GEMRCN	30
Lait		ENNS	150
Produits laitiers frsis	Yaourts	ENNS	125
	Fromages frais	ENNS	100
	Petits suisses	ENNS	120
Fromages		ENNS	30
Desserts lactés		GEMRCN	100
Gâteaux et pâtisseries	Gâteaux, flans, tartes, glaces	GEMRCN	80
	Viennoiseries	Croissant	45
Biscuits	Biscuits secs	ENNS	30
Confiseries et sucre	Confiserie, chocolat, Miel, confiture, pâte à tartiner	GEMRCN	30
	Sucre blanc	Morceau de sucre	6
Eaux		UK and Belgium REF	200
Boissons (chaudes, soda, jus de fruits, nectars, ...)		GEMRCN	200
Huile végétales et matières grasses animale		GEMRCN	8