



HAL
open science

Republication : Aliments ultra-transformés : le système NOVA est-il robuste ?

Véronique Braesco, Isabelle Souchon, Patrick Sauvant, Typhaine Haurogné,
Matthieu Maillot, Catherine Féart, Nicole Darmon

► To cite this version:

Véronique Braesco, Isabelle Souchon, Patrick Sauvant, Typhaine Haurogné, Matthieu Maillot, et al..
Republication : Aliments ultra-transformés : le système NOVA est-il robuste ?. Cahiers de Nutrition
et de Diététique, 2022, 57 (3), pp.210-221. 10.1016/j.cnd.2022.04.003 . hal-03690859

HAL Id: hal-03690859

<https://hal.inrae.fr/hal-03690859>

Submitted on 9 Dec 2022

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

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

Replication : Aliments ultra-transformés : le système NOVA est-il robuste ?

Numéro du manuscrit:	CND-D-22-00018R1
Type d'article:	Santé publique
Section/Catégorie:	Prévention - Santé publique / Prevention - Public health
Mots-clés:	Aliment; niveau de transformation; Formulation; Classification; Fiabilité
Auteur correspondant:	Véronique AZAIS-BRAESCO, Ph.D VAB-nutrition Clermont-Ferrand, FRANCE
Premier auteur:	Véronique AZAIS-BRAESCO, Ph.D
Ordre des auteurs:	Véronique AZAIS-BRAESCO, Ph.D Catherine FEART Isabelle SOUCHON Patrick SAUVANT Matthieu MAILLOT Typhaine HAUROGNE Nicole DARMON
Résumé:	<p>La classification NOVA répartit les aliments en quatre groupes (de 1, peu transformé à 4, le plus transformé). Sa fiabilité et sa reproductibilité ont été très peu explorées alors qu'elle est très utilisée. Nous avons étudié la cohérence entre utilisateurs (environ 170 professionnels) de l'affectation de 120 aliments du commerce et 111 aliments génériques dans les groupes NOVA.</p> <p>La cohérence des affectations (κ de Fleiss) était de 0,32 (aliments du commerce) et 0,34 (aliments génériques). Des clusters d'aliments présentant des distributions d'affectations similaires ont été définis par classification hiérarchique. Parmi les aliments du commerce, un cluster réunissait 90 aliments très largement affectés à NOVA4 (91% des affectations) et, parmi les aliments génériques, trois clusters contenaient des aliments principalement affectés à NOVA 1 (79%), NOVA2 (75%) et NOVA4 (70%), respectivement. Les affectations étaient particulièrement hétérogènes pour 30 aliments du commerce et 28 aliments génériques (25 % du total dans les deux cas).</p> <p>Les critères actuels de la classification NOVA ne permettent pas d'affecter de manière non ambiguë un aliment à un groupe. Ce système doit être amélioré, en raison de son utilisation en recherche et dans les politiques publiques.</p>

Version postprint

Braesco, V. ; Souchon, I. ; Sauvart, P. ; Haurogné, T. ; Maillot, M. ; Féart, C. ; Darmon, N. Replication : Aliments ultra-transformés : le système NOVA est-il robuste ?

Cahiers de Nutrition et de Diététique, 2022, vol. 57, n° 3, 210–221

<https://doi.org/10.1016/j.cnd.2022.04.003>

Republication : Aliments ultra-transformés : le système NOVA est-il robuste ?

Reprint of: Ultra-processed foods: how functional is the NOVA system? *

Véronique Braesco¹, Isabelle Souchon², Patrick Sauvant^{3,4}, Typhaine Haurogné⁵,
Matthieu Maillot⁵, Catherine Féart⁶, Nicole Darmon⁷

¹ *VAB-nutrition, 63100 Clermont-Ferrand, France*

² *Avignon Univ, INRAE, UMR SQPOV, F-84000 Avignon, France*

³ *Univ. Bordeaux, UMR CNRS 5248, CBMN, 33600 Pessac. France*

⁴ *Bordeaux Sciences Agro, Feed & Food Department, 33175 Gradignan. France*

⁵ *MS-nutrition- 13385 Marseille. France*

⁶ *Univ. Bordeaux, INSERM, BPH, U1219, F-33000 Bordeaux. France*

⁷ *MoISA, Univ Montpellier, CIRAD, CIHEAM-IAMM, INRAE, Institut Agro, IRD,
Montpellier. France*

Auteur correspondant : Véronique Braesco

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

Email : veronique.braesco@vab-nutrition.com

Téléphone : +33 4 73 61 44 14

* Cette étude a fait l'objet d'une publication en langue anglaise dans la revue European Journal of Clinical Nutrition en mars 2022 (disponible à l'adresse suivante : <https://rdcu.be/cJs7G>)

RÉSUMÉ

1
2 La classification NOVA répartit les aliments en quatre groupes (de 1, peu transformé à 4, le plus
3 transformé). Sa fiabilité et sa reproductibilité ont été très peu explorées alors qu'elle est très utilisée.

4
5
6 Nous avons étudié la cohérence entre utilisateurs (environ 170 professionnels) de l'affectation de 120
7 aliments du commerce et 111 aliments génériques dans les groupes NOVA.

8
9
10 La cohérence des affectations (κ de Fleiss) était de 0,32 (aliments du commerce) et 0,34 (aliments
11 génériques). Des clusters d'aliments présentant des distributions d'affectations similaires ont été
12 définis par classification hiérarchique. Parmi les aliments du commerce, un cluster réunissait 90
13 aliments très largement affectés à NOVA4 (91% des affectations) et, parmi les aliments génériques,
14 trois clusters contenaient des aliments principalement affectés à NOVA 1 (79%), NOVA2 (75%) et
15 NOVA4 (70%), respectivement. Les affectations étaient particulièrement hétérogènes pour 30
16 aliments du commerce et 28 aliments génériques (25 % du total dans les deux cas).

17
18
19 Les critères actuels de la classification NOVA ne permettent pas d'affecter de manière non ambiguë un
20 aliment à un groupe. Ce système doit être amélioré, en raison de son utilisation en recherche et dans
21 les politiques publiques.
22
23
24
25
26
27

28
29
30
31
32
33
34
35
36
37 **Mots clés** : Aliment, niveau de transformation, Formulation, Classification, Fiabilité
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

SUMMARY :

1
2 In the NOVA classification system, descriptive criteria are used to assign foods to one of four groups
3 based on processing-related criteria. Although NOVA is widely used, its robustness and functionality
4 remain largely unexplored. We determined whether this system leads to consistent food assignments
5 by users. French food and nutrition specialists completed an online survey in which they assigned foods
6 to NOVA groups. The survey comprised two lists: one with 120 marketed food products with ingredient
7 information and one with 111 generic food items without ingredient information. We quantified
8 assignment consistency among evaluators using Fleiss' κ (range: 0–1, where 1 = 100% agreement).

9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
Fleiss' κ was 0.32 and 0.34 for the marketed foods (n = 159 evaluators) and generic foods (n = 177 evaluators), respectively.

The consistency of the assignments, as assessed by Fleiss' κ , was 0.32 (commercial foods) and 0.34 (generic foods). Clusters of foods with similar assignment distributions were defined by hierarchical ascending classification. Among the 120 commercial foods, one cluster contained 90 foods that were predominantly assigned to NOVA4 (91% of the assignments) and, among the 111 generic foods, three clusters contained foods that were predominantly assigned to NOVA 1 (79% of the assignments), NOVA2 (75%) and NOVA4 (70%), respectively. Assignments were particularly heterogeneous for 30 commercial and 28 generic foods (25% of the total in both cases).

Although assignments were more consistent for some foods than others, overall consistency among evaluators was low, even when ingredient information was available. These results suggest current NOVA criteria do not allow for robust and functional food assignments.

This study has published on line in march 2022 in the European Journal of Clinical Nutrition (available at: <https://rdcu.be/cJs7G>).

POINTS ESSENTIELS

- L'identification d'aliments "ultra-transformés" repose aujourd'hui sur les critères descriptifs du système NOVA.
- La robustesse de NOVA a été évaluée sur 231 aliments par 150 experts
- La concordance entre les affectations était faible (κ de Fleiss $< 0,37$), même en présence de la liste des ingrédients
- Pour un quart des aliments, les affectations NOVA étaient particulièrement hétérogènes
- Ces résultats remettent en cause l'utilisation du système NOVA actuel, notamment dans les politiques publiques

Introduction

Les aliments ne sont pas équivalents à la simple somme de leurs nutriments [1] et il est essentiel pour les caractériser de tenir compte d'autres facteurs, tels que la transformation et la formulation, devenues de plus en plus complexes au fil du temps. Qu'elle soit réalisée à la maison, dans des ateliers artisanaux ou dans des usines, la transformation des aliments vise à garantir la sécurité, la digestibilité et la palatabilité des produits ; elle améliore également la durée de conservation, et simplifie la préparation des repas [2]. Plusieurs systèmes proposent de classer les aliments en fonction de leur niveau de transformation [3–9], chacun utilisant des critères et des mesures différents. NOVA est de loin le plus utilisé de ces systèmes [8]. Son objectif déclaré est de classer "*tous les aliments en fonction de la nature, de l'ampleur et des objectifs des processus industriels qu'ils subissent*" [9]. Dans le système NOVA, les aliments peuvent être affectés à quatre groupes : NOVA1 contient des "aliments non transformés ou peu transformés", c'est-à-dire les parties comestibles des plantes ou des animaux qui ont été prélevées directement dans la nature ou qui ont été modifiées/préservées de façon minimale; NOVA2 contient des "ingrédients culinaires", tels que le sel, l'huile, le sucre ou l'amidon, produits à partir d'aliments NOVA1 ; NOVA3 contient des "aliments transformés", tels que du pain frais, des légumes en conserve ou des viandes salées, obtenus en combinant des aliments et ingrédients NOVA1 et NOVA2 ; et NOVA4 contient des "aliments ultra-transformés", à savoir des produits industriels prêts à consommer qui sont "*fabriqués principalement ou entièrement à partir de substances dérivées d'aliments, et d'additifs, avec peu ou pas d'aliments intacts du groupe NOVA 1*" [8].

Le système NOVA est de plus en plus utilisé pour explorer les relations entre la consommation d'aliments « ultra-transformés » et la qualité du régime alimentaire ou les effets sur la santé [10]. En outre, les institutions inscrivent parfois NOVA dans leurs politiques de santé publique. Par exemple, les recommandations alimentaires de plusieurs pays d'Amérique latine sont basées sur la classification NOVA [11,12], et le gouvernement français a fixé un objectif de réduction de 20 % la consommation d'aliments « ultra-transformés » (NOVA4) [13].

La classification NOVA est donc mise en œuvre dans des contextes de plus en plus variés. Néanmoins, hormis quelques rares travaux antérieurs [14,15], la fiabilité, le caractère opérationnel et la cohérence du système restent mal caractérisés. En raison de critères uniquement descriptifs, NOVA ouvre la porte à l'ambiguïté et aux différences d'interprétation [16], et les difficultés et les désaccords sont nombreux lors de son utilisation [17–19].

Dans ce travail, nous avons exploré la robustesse du système de classification NOVA en examinant si un grand nombre de professionnels de l'alimentation et de la nutrition parvenaient à des affectations d'aliments concordantes en appliquant les critères originaux du système. Nous avons également étudié les relations entre les affectations NOVA et la qualité nutritionnelle des aliments, sur la base de systèmes connus de profilage des aliments.

Méthodes

Un schéma de notre démarche expérimentale est présenté dans la Figure 1. Nous avons invité des professionnels de l'alimentation à participer à une enquête via une interface en ligne développée spécifiquement. Les professionnels participant à l'enquête (ci-après, les évaluateurs) ont pris connaissance d'une description du système de classification NOVA et des critères permettant d'affecter les aliments aux différentes groupes ("affectation" = acte d'assigner un aliment à l'un des quatre groupes NOVA), puis ont procédé à ces affectations pour une série d'aliments. Ils ont également estimé leur niveau de confiance dans chacune de leurs affectations.

Deux listes d'aliments ont été fournies : l'une comportait 120 aliments du commerce et présentait pour chacun la liste complète de leurs ingrédients, mais pas leur nom de marque ou de gamme. Ces aliments appartenaient à trois catégories : produits laitiers frais, produits de panification et plats composés, qui sont couramment consommés en France [20] et qui présentent une grande diversité de recettes. Au sein de la base OQALI, 40 produits du commerce ont été sélectionnés au hasard dans chaque catégorie, en utilisant une approche pondérée pour assurer la représentativité des produits au sein des catégories (par exemple, le nombre de pains de mie dans l'échantillon reflétait la proportion de pains de mie sur le marché des produits de panification). Les aliments génériques de la seconde liste

provenaient d'une enquête alimentaire qui combinait un questionnaire de fréquence alimentaire et un rappel alimentaire sur 24 heures [21,22]. Nous avons identifié l'aliment le plus fréquemment consommé sur la base des résultats du rappel de 24 heures pour chacune des 54 catégories d'aliments du fréquentiel (par exemple, les pommes étaient le fruit le plus fréquemment consommé). A ces 54 aliments génériques ont été ajoutés tous les aliments des catégories produits laitiers (n = 22), pain (n = 13) et plats composés (n = 22), présents dans le rappel de 24 heures. La liste des aliments du commerce comprenait un large éventail de produits issus de trois catégories, et celle des aliments génériques contenait quelques aliments issus de plusieurs catégories alimentaires (tableaux supplémentaires 1 et 2).

Les évaluateurs étaient des professionnels français ayant au moins des connaissances de base en nutrition et/ou en science des aliments et exerçaient dans quatre contextes professionnels différents : recherche académique en nutrition humaine, recherche académique en technologie alimentaire, professions de santé (médecins et les diététiciens) et recherche/développement dans l'industrie alimentaire; les noms et affiliations des évaluateurs sont restés anonymes, conformément à la réglementation sur la protection des données personnelles.

L'enquête en ligne a été accessible du 27 novembre 2019 au 8 février 2020. La première page présentait l'objectif de l'enquête, puis suivait une description approfondie du système de classification NOVA et de ses critères, directement traduite en français à partir des deux articles originaux rédigés par les concepteurs de NOVA [8,9]. Des liens ont été fournis vers ces publications et vers une liste de tous les additifs utilisés en Europe (numéro E et fonctions technologiques). L'ensemble de l'enquête est disponible dans les documents complémentaires en ligne (matériel supplémentaire 1 à 4).

Dans chaque liste, les aliments étaient affichés par blocs de cinq, présentés aléatoirement ; il n'était pas possible de revenir aux blocs précédents. Les évaluateurs devaient affecter chaque aliment à un groupe NOVA, puis évaluer leur niveau de confiance dans cette affectation, sur une échelle à quatre niveaux.

Evaluation de la qualité nutritionnelle des aliments

La qualité nutritionnelle de chaque aliment des deux listes a été estimée à partir de leur classement par trois systèmes de profilage nutritionnel différents et de leur densité énergétique (kcal/100 g). Les trois systèmes de profilage utilisés étaient : le Nutri-Score [23], le système SAIN,LIM [24], et le Nutrient Rich Food (NRF) Index (version 9.3) (26–28). .

Analyse des données.

Pour chaque liste, les analyses étaient identiques mais effectuées séparément.

Un contrôle de qualité des réponses a été effectué afin de s'assurer que les évaluateurs ont fait preuve de prudence et d'honnêteté lorsqu'ils ont répondu à l'enquête. Cinq aliments ont été sélectionnés dans chaque liste, pour lesquels le groupe NOVA aurait dû être évident. Dans la liste des aliments du commerce, il s'agissait du bœuf bourguignon, d'un dessert lacté aux fruits, du riz frit chinois, du pain grillé avec pépites de fruits (affectation attendue NOVA4 pour les quatre aliments), et le yaourt nature (affectation attendue NOVA1) (voir tableau supplémentaire 1). Dans la liste des aliments génériques, il s'agissait de la pomme, la laitue, l'œuf (affectation attendue NOVA1 pour les trois), du beurre (affectation attendue de NOVA2) et du soda (affectation attendue NOVA4). Lorsque les évaluateurs sont arrivés à une affectation erronée pour plus d'un aliment test, l'ensemble de leurs données a été exclu de l'analyse.

Description des données

Chaque évaluateur a affecté chaque aliment à un groupe NOVA en fonction des critères proposés. Ce système ne fournit pas de "gold standard » auquel les affectations des évaluateurs pourraient être comparées. Pour décrire les données brutes (c'est-à-dire les affectations), nous avons calculé, d'une part, pour chaque aliment, le pourcentage de ses affectations dans chacun des quatre groupes NOVA et, d'autre part, pour chaque liste, le nombre d'aliments affectés à un, deux, trois ou quatre groupes NOVA différents. À partir des données brutes, nous avons également obtenu un tableau de fréquence pour chaque liste d'aliments (tableaux supplémentaires 1 et 2) sur lequel une analyse factorielle des correspondances a été réalisée.

Concordance des affectations entre les évaluateurs

L'accord entre les évaluateurs a été quantifié par le κ de Fleiss, estimé par la moyenne de 1 000 échantillons obtenus par la méthode des « bootstrap » [25]. Le κ de Fleiss peut varier de 0 à 1, où 1 indique un accord total entre les évaluateurs. Chaque échantillon a été stratifié en fonction du contexte professionnel pour détecter si la concordance pouvait être plus élevée entre évaluateurs ayant une expertise professionnelle similaire.

Clusters d'aliments issus des distributions des affectations NOVA

Afin d'identifier les clusters d'aliments qui présentaient des distributions similaires d'affectations dans les quatre groupes NOVA, nous avons utilisé une classification ascendante hiérarchique sur les composantes principales [26]. Si chaque aliment avait été affecté au même groupe NOVA par tous les évaluateurs, la classification hiérarchique aurait donné quatre clusters, chacun composé d'aliments présentant la même affectation NOVA. Les clusters reflètent donc les différences dans la distribution des affectations, permettant d'identifier des patterns de distribution similaires. Par exemple, la classification hiérarchique peut conduire à un cluster dans lequel la plupart des aliments ont été affectés à un seul groupe NOVA ou à un cluster dans lequel la plupart des aliments ont été affectés à trois ou quatre groupes NOVA. Dans ce dernier cas, cela suggère que les affectations ont été particulièrement discordantes, et les aliments de ces clusters méritent donc plus d'attention. L'algorithme de mise en clusters a utilisé le critère de Ward [27], et le nombre de clusters a été déterminé de manière à obtenir la plus petite variation possible au sein d'un même cluster.

Pour vérifier la robustesse de nos analyses principales, une analyse de sensibilité a été réalisée sur les valeurs κ de Fleiss et les résultats de la classification hiérarchique en excluant les données des évaluateurs qui ont produit des affectations atypiques, identifiés selon une méthode récente [28] qui détecte les valeurs aberrantes dans les tableaux de contingence.

Affectations NOVA et qualité nutritionnelle. Nous avons d'abord défini, pour chaque aliment, l'affectation la plus courante (majoritaire) faite par les évaluateurs (notée $NOVA_{maj}$). Par exemple, pour un aliment affecté à NOVA1 par 5% des évaluateurs, à NOVA2 par 15% des évaluateurs, à NOVA3 par

35% et à NOVA4 par 45%, l'affectation NOVA4 (NOVA4_{maj}) a été retenue. Les relations entre les affectations NOVA_{maj} et les classes du Nutri-Score et du système SAIN,LIM ont été évaluées par test de χ^2 . Ensuite, pour chaque catégorie de NOVA_{maj}, les distributions des valeurs du Nutri-Score, du score SAIN, du score LIM, du NRF 9.3 et de la densité énergétique ont été représentées graphiquement à l'aide de boxplots, et les comparaisons statistiques entre les catégories de NOVA_{maj} ont été effectuées à l'aide d'un test non paramétrique (Kruskal-Wallis).

Nous avons effectué toutes les analyses statistiques à l'aide de R (v. 4.0.2.) ; nous avons utilisé le package Irr pour évaluer la cohérence entre les évaluateurs et FactoMineR pour effectuer la classification hiérarchique. Pour tous les tests statistiques, un niveau alpha de 5% a été utilisé.

Résultats

L'application de ce contrôle-qualité a entraîné l'exclusion de 62 évaluateurs (37 évaluateurs de la liste des aliments du commerce et 25 évaluateurs de la liste des aliments génériques), soit parce qu'ils n'avaient pas évalué tous les aliments de la liste (30 évaluateurs de la liste des aliments du commerce et 24 évaluateurs de la liste des aliments génériques ont été exclus pour cette raison), soit parce qu'ils ont échoué au test de contrôle de qualité (7 évaluateurs de la liste des aliments du commerce et 1 évaluateur de liste des aliments génériques). Les données de 159 (aliments du commerce) et 177 (aliments génériques) évaluateurs représentant au total 19 080 et 19 647 affectations respectivement, ont été conservées pour l'analyse.

Répartition des affectations dans les groupes NOVA

Concernant les aliments du commerce, ils étaient très majoritairement affectés à NOVA4 (80,0% des 19 080 affectations), puis à NOVA3, et presque jamais à NOVA1 et NOVA2 (Figure 2 A). Concernant les aliments génériques, ils étaient le plus souvent affectés à NOVA4 (45,3% des 19 647 affectations), puis, par ordre décroissant de fréquence à NOVA3, NOVA1 et NOVA2 (Figure 2C). Pour la majorité des affectations, les évaluateurs rapportaient une confiance "élevée" ou, plus rarement, "intermédiaire" dans leurs affectations ; moins de 10% des affectations ont été associées à une confiance "faible" ou "très faible" (Figure 2B et Figure 2D).

Seuls trois aliments du commerce et un aliment générique ont été affectés au même groupe NOVA par tous les évaluateurs : la plupart des aliments des deux listes ont été affectés à deux, trois ou même quatre groupes NOVA (Tableau 1). Dans les cas où les aliments n'étaient affectés qu'à deux ou trois groupes, NOVA4 était généralement l'affectation la plus courante (par exemple, dans la liste des aliments du commerce, lorsqu'un aliment était affecté à trois groupes différents, l'un de ces groupes était NOVA4 dans 83.9% des cas). Lorsque les aliments étaient affectés aux quatre groupes NOVA, les affectations étaient plus uniformément réparties entre les groupes, quelle que soit la liste. Les fréquences d'affectation NOVA pour chaque aliment des deux listes figurent dans les documents supplémentaires (tableaux supplémentaires 1 et 2).

Tableau 1 : Nombre d'aliments des deux listes qui ont été affectés à un, deux, trois ou quatre groupes NOVA et fréquences relatives des différentes affectations.

	Aliments (n)	Affectations (n)	% des affectations NOVA1	% des affectations NOVA2	% des affectations NOVA3	% des affectations NOVA4
Aliments du commerce						
Affecté à un groupe	3	477	0	0	0	100
Affecté à deux groupes	50	7 950	0	0	4,6	95,4
Affecté à trois groupes	27	4 293	0,03	1,5	14,6	83,9
Affecté à quatre groupes	40	6 360	6,7	7,4	44,8	41,0
Aliments génériques						
Affecté à un groupe	1	177	100	0	0	0
Affecté à deux groupes	9	1 593	22,1	0,06	6,3	71,5
Affecté à trois groupes	17	3 009	9,8	3,8	17,9	68,5
Affecté à quatre groupes	84	14 868	13,8	12,7	35,2	38,3

Concordance entre les évaluateurs (κ de Fleiss)

Les valeurs moyennes du κ de Fleiss étaient de 0,32 chez les évaluateurs qui ont évalué les aliments du commerce et de 0,34 chez les évaluateurs qui ont évalué les aliments génériques. Le contexte professionnel n'a pas influencé la concordance entre les évaluateurs, qui était faible pour les deux listes (Tableau 2). Lors des analyses de sensibilité, les données de cinq évaluateurs pour les aliments du commerce et de 12 évaluateurs pour les aliments génériques ont été retirées, sans améliorer significativement les valeurs moyennes du κ de Fleiss, qui augmentait au plus de 0,03 point.

Tableau 2. Cohérence des affectations NOVA entre les évaluateurs, dans leur ensemble et en fonction de leur contexte professionnel (moyenne et intervalle de confiance (IC) à 95% des κ de Fleiss)^a.

	Aliments du commerce			Aliments génériques		
	Eval. (N)	K	95% IC	Eval. (N)	K	95% IC
Tous	159	0,32	0,27–0,37	177	0,34	0,30–0,37
Médecins/diététiciens	23	0,33	0,19–0,51	25	0,37	0,29–0,45
Chercheurs techno. alimentaire	19	0,31	0,21–0,43	27	0,28	0,18–0,40
Chercheurs nutrition humaine	68	0,32	0,23–0,41	69	0,37	0,32–0,43
R&D de l'industrie alimentaire	49	0,35	0,27–0,43	56	0,34	0,29–0,41

^a Abréviations : Eval. = évaluateurs ; κ = Fleiss' κ . Les valeurs moyennes du Fleiss' κ et les IC à 95 % ont été obtenus à partir de 1 000 échantillons bootstrap.

Clusters des distributions d'affectation

La classification hiérarchique a conduit à trois clusters d'aliments du commerce (nommés T, U et V), et quatre clusters d'aliments génériques (nommés W, X, Y et Z) (Tableau 3). À titre d'illustration, le cluster W contenait 65 aliments correspondants à 11 505 affectations (65 aliments évalués par 177

personnes) : ces aliments avaient été principalement affectés à NOVA4 par les évaluateurs (69 %), bien que 26 %, 4 % et 1 % avaient été affectés à NOVA3, NOVA1 et NOVA2, respectivement.

Tableau 3. Cluster d'aliments basés sur la distribution des affectations des aliments dans les quatre groupes NOVA.

Cluster	Aliments (n)	Affectations (n)	% des affectations NOVA1	% des affectations NOVA2	% des affectations NOVA3	% des affectations NOVA4
Aliments du commerce (N = 120)						
T	90	14 310	0,11	0,65	8,55	90,7
U	24	3 816	1,39	4,77	40,3	53,6
V	6	954	23,3	14,5	48,0	14,3
Aliments génériques (N = 111)						
W	65	11 505	1,01	3,7	25,8	69,5
X	28	4 956	16,6	13,4	53,2	16,8
Y	5	885	13,3	74,5	10,1	2,15
Z	13	2 301	78,9	11,1	7,78	2,26

Concernant les aliments du commerce, le cluster T contenait la plupart des aliments de la liste, la distribution des affectations étant très homogène (NOVA4 pour 90,7 % des affectations). Les aliments des clusters U et V présentaient des distributions d'affectation plus hétérogènes. Dans le cluster U (24 aliments), les affectations étaient le plus souvent NOVA3 ou NOVA4; dans le cluster V (6 aliments), la plupart des affectations étaient NOVA3, bien que NOVA1, NOVA2 et NOVA4 étaient également choisis. Concernant les aliments génériques, les clusters Y et Z contenaient des aliments qui avaient été en grande partie affectés à NOVA2 et NOVA1, respectivement. Le cluster W contenait 65 aliments qui avaient été principalement affectés à NOVA4 (69%), suivi de NOVA3 (26%). Enfin, le cluster X contenait

28 aliments avec des affectations plus hétérogènes. Lorsque les données des évaluateurs extrêmes ont été retirées (analyse de sensibilité), la composition des clusters est restée la même.

En examinant les clusters contenant des aliments dont les affectations étaient les plus incohérentes, on observe que ces aliments sont principalement des produits laitiers frais, nature et non sucrés (tous les aliments du cluster V), et de produits de panification (58 % des aliments du cluster U). Dans le cluster X, très hétérogène, 8 des 28 aliments étaient des yaourts, des fromages ou des fromages frais (sur les 20 produits laitiers de la liste), et 7 étaient des produits de panification (sur les 9 de la liste) (tableau supplémentaire 1). Par ailleurs, le jus d'orange « sans mention » appartenant au cluster Z, présentait une distribution d'affectations (66% NOVA1, 21% NOVA2, 12,4% NOVA3, 0,6% NOVA4 = 0,6%) complètement différente de celle du jus d'orange portant la mention « du commerce », appartenant au cluster X (16% NOVA1, 11% NOVA2, 34,5 % NOVA3, 38,5% NOVA4) (Tableau supplémentaire 2).

Affectations NOVA_{maj} et qualité nutritionnelle

Les aliments majoritairement affectés à NOVA4 (NOVA4_{maj}) étaient répartis dans toutes les classes de profils nutritionnels, selon le Nutri-Score et le SAIN,LIM (Figure 3), y compris les plus favorables. Ceci était observé pour les aliments du commerce, pour lesquels 26 % et 35 % des aliments NOVA4_{maj} appartenaient à la classe A du Nutri-Score et à la classe 1 du SAIN,LIM, respectivement, ainsi que pour les aliments génériques, pour lesquels 18 % et 32 % des aliments NOVA4_{maj} appartenaient à la classe A du Nutri-Score et à la classe 1 du SAIN,LIM, respectivement (Figure 3).

Les aliments du commerce majoritairement affectés à NOVA3_{maj} présentaient une qualité nutritionnelle supérieure à celle des aliments NOVA4_{maj} lorsqu'elle était évaluée selon les valeurs du Nutri-Score, et les scores SAIN et LIM, mais pas selon la densité énergétique ou le score NRF 9.3 (Figure 4). Pour les aliments génériques, les aliments NOVA1_{maj} étaient de meilleure qualité nutritionnelle que les aliments NOVA3_{maj}, eux même de meilleure qualité nutritionnelle que les aliments NOVA4_{maj}. Les

aliments NOVA2_{maj} présentaient toujours la qualité nutritionnelle la moins bonne (Figure supplémentaire 4B).

Discussion

Dans cette étude, nous avons exploré la robustesse du système de classification NOVA en demandant à des professionnels de l'alimentation et de la nutrition de mettre en œuvre le système tel que prévu par ses créateurs [8]. La très faible concordance entre les affectations des aliments dans les groupes NOVA réalisées par les différents évaluateurs, quel que soit leur milieu professionnel, est le résultat le plus frappant : les valeurs moyennes du κ de Fleiss n'ont jamais dépassé 0,37. L'analyse de classification hiérarchique a mis en évidence que les affectations étaient particulièrement hétérogènes pour 30 aliments du commerce et 28 aliments génériques (25 % du total dans les deux cas). Nous avons également constaté qu'une proportion importante des aliments communément considérés comme ultra-transformés (NOVA4_{maj}) étaient de qualité nutritionnelle bonne ou acceptable, au titre du Nutri-Score comme du SAIN,LIM.

La question de la robustesse du système NOVA n'a été abordée que dans une seule étude antérieure qui a constaté que la cohérence entre deux évaluateurs était plus faible avec le système NOVA qu'avec deux autres systèmes de classification similaires (16). Les auteurs de cette étude suggéraient qu'un manque de clarté dans la définition des quatre groupes NOVA était la cause du risque élevé d'erreur de classification avec ce système. Nos résultats, appuyés sur des données issues d'un nombre beaucoup plus important d'évaluateurs et d'évaluations (i.e., affectations), vont dans le même sens.

De manière surprenante, le fait de fournir des informations détaillées sur les ingrédients n'a pas amélioré la cohérence entre les affectations réalisées par les évaluateurs et n'a pas non plus affecté leur niveau de confiance, le plus souvent élevé ou très élevé. Cette observation suggère que les évaluateurs se sont probablement fiés à leurs connaissances ou à leur perception préalable de tel ou tel aliment, et pas seulement aux informations objectives qui étaient à leur disposition.

Certains aliments ont fait l'objet d'affectations particulièrement hétérogènes. Par exemple, les produits laitiers nature non sucrés ont été affectés aux quatre groupes NOVA (cluster V ; tableau 3). Ce résultat provient sans doute de l'ambiguïté des critères NOVA [8], et à l'existence de critères contradictoires concernant cette catégorie de produits. Ainsi, le *"yaourt sans sucre ajouté ni édulcorant artificiel"* est spécifiquement cité comme un exemple d'aliment NOVA1. Mais il est également indiqué que la fermentation non alcoolique (telle que la fermentation lactique mise en jeu lors de la préparation de yaourts) est caractéristique des aliments NOVA3. Il est enfin mentionné que les *"substances [...], telles que la caséine, le lactose, le lactosérum"* - des ingrédients souvent présents dans le yaourt - ne se trouvent *"que dans les produits ultra-transformés"*, c'est-à-dire les aliments NOVA4. Il était tout aussi difficile de déterminer si d'autres aliments appartenaient à NOVA3 ou NOVA4 (cluster U ; tableau 3). En particulier, l'indication selon laquelle les aliments ultra-transformés (NOVA4) *"sont des formulations industrielles, comportant généralement cinq ingrédients ou plus, et habituellement de nombreux ingrédients"* a pu conduire certains évaluateurs à classer dans la catégorie NOVA4 des aliments comportant de longues listes d'ingrédients, même s'ils ne contenaient pas d'ingrédients typiques de la catégorie NOVA4, comme *"des substances qui ne sont pas couramment utilisées dans les préparations culinaires"*. Cette référence à des procédés culinaires par rapport à des procédés industriels de préparation des aliments peut également être à l'origine de malentendus : par exemple, l'amidon de maïs n'est pas nécessairement un ingrédient courant dans les foyers français, ce qui a pu entraîner l'affectation d'aliments contenant de l'amidon de maïs à la catégorie NOVA4. Cependant, l'amidon de maïs est également cité comme un exemple de produit NOVA2 [8], et sa présence peut donc avoir conduit à des affectations NOVA3, puisque les aliments NOVA3 sont obtenus en combinant des aliments NOVA1 et des ingrédients NOVA2. Enfin, la procédure de transformation peut induire un doute concernant son affectation à un groupe NOVA plutôt qu'un autre. Par exemple, les galettes de pop-corn peuvent être perçues comme un aliment ayant subi une cuisson-extrusion, ce qui a conduit certains évaluateurs à aboutir à une affectation NOVA4. Cependant, d'autres évaluateurs peuvent avoir opté pour NOVA3 à la place, étant donné la courte liste d'ingrédients de cet aliment. Dans

l'ensemble, le système NOVA semble trop dépendant de critères ambigus qui ne peuvent être appliqués de manière rigoureuse et systématique en l'absence d'un arbre de décision hiérarchique.

Dans le cas des aliments génériques, les évaluateurs n'avaient aucune information sur les ingrédients. Pourtant, les deux tiers des affectations des 28 plats composés génériques (par exemple bœuf bourguignon ou tarte aux épinards) étaient NOVA4, probablement parce que les évaluateurs ont supposé que ces aliments avaient été produits industriellement. D'autres évaluateurs ont conclu à des affectations NOVA3, en supposant probablement que les aliments étaient faits à la maison. Il est intéressant de noter que nous avons observé la même ambiguïté autour des yaourts et fromages frais génériques que pour les produits laitiers du commerce, confirmant l'existence de critères contradictoires concernant ces produits.

Les aliments perçus comme étant de nature industrielle étaient plus susceptibles d'être affectés à NOVA4 : les évaluateurs ont largement placé le jus d'orange commercial dans NOVA4, même si les "*fruits frais, pressés, réfrigérés, congelés ou séchés*" sont mentionnés parmi les exemples de NOVA1 [8].

Concernant le café, 70% des évaluateurs l'ont classé en NOVA1, en accord avec le fait que le système NOVA range la torréfaction dans les procédés admis en NOVA1. Or, la torréfaction du café est souvent de nature industrielle, et les technologues de l'alimentation la considèrent comme un processus à fort impact, dont les températures élevées entraînent des taux d'acrylamide importants [29]. Il est possible que le système NOVA considère la torréfaction comme un procédé de transformation minimale (NOVA1) car elle est perçue comme traditionnelle. Ainsi, les concepteurs du système NOVA semblent avoir fondé l'affectation du café au groupe NOVA1 sur des connaissances culturelles plutôt que scientifiques, probablement parce que cette boisson est familière et fréquemment consommée. La définition des niveaux de transformation des aliments, telle que proposée par la classification NOVA, est donc complexe et multidimensionnelle [16]. Elle ne reflète pas réellement l'intensité des procédés utilisés,

mais apparaît basée davantage sur des présupposés socioculturels que sur les réelles modifications physico-chimiques subies par les aliments lors des procédés.

Les critères NOVA associent des dimensions liées aux procédés technologiques à des considérations de formulation, telles que l'utilisation de certains ingrédients spécifiques ou le nombre total d'ingrédients entrant dans la composition de la recette. Distinguer d'une part le niveau d'énergie thermomécanique subie par la matière première et d'autre part la formulation de l'aliment (et en particulier de l'ajout d'additifs) pourrait être un moyen de construire un indicateur robuste du niveau de transformation des aliments. Un tel indicateur de transformation des aliments pourrait permettre de mieux comprendre si les liens observés entre la consommation d'aliments ultra-transformés et la santé sont principalement dus à la structure de l'aliment ou à sa composition (ingrédients et additifs spécifiques). Pour cela, la construction d'une grille d'analyse par grandes catégories d'opérations unitaires nécessaires à la transformation des aliments paraît nécessaire [30].

Plusieurs études ont montré que les personnes qui consomment davantage d'aliments ultra-transformés (tels que définis par NOVA) que les autres, ont, par exemple, des apports plus élevés en sucre et plus faibles en fibres, sans que les apports en sodium ou matières grasses totales ou saturées soient différents [31–37]. Nos résultats montrent que les aliments les plus couramment classés dans la catégorie NOVA4 présentent des profils nutritionnels très variés, probablement en relation avec la grande hétérogénéité de leur composition. Le projet d'associer en face avant de l'emballage des produits alimentaires un label NOVA et un logo lié à la qualité nutritionnelle pourrait être une source de confusion puisque de nombreux produits dits « ultra-transformés » porteraient également une marque indiquant leur bonne qualité nutritionnelle (par exemple, Nutri-Score "A").

Notre étude présente des limites. Les aliments du commerce appartenaient à trois catégories seulement, des résultats différents auraient pu être obtenus avec d'autres catégories ; notre objectif était d'équilibrer la durée de l'enquête avec une représentation raisonnable des aliments. La représentativité était meilleure pour les aliments génériques, dont la liste provenait d'une enquête alimentaire en population. Par ailleurs, la structure de l'enquête ne permettait pas aux évaluateurs de

modifier leurs affectations précédentes, et ils ne pouvaient pas appliquer les connaissances acquises au fur et à mesure de leur progression dans les listes, ce qui aurait pu améliorer la concordance des évaluateurs, tout comme le fait de permettre des discussions entre évaluateurs. Enfin, bien que tous les évaluateurs aient été français, ils étaient des spécialistes de la nutrition humaine et/ou de la technologie alimentaire et on peut estimer que leur expertise a pu permettre de surmonter les éventuels biais culturels et de garantir la validité des résultats dans différentes géographies.

Cependant, notre étude présente également plusieurs points forts. Nous avons obtenu des données de plus de 150 évaluateurs pour un total de 231 aliments, ce qui nous a permis d'obtenir un ensemble de données beaucoup plus important et une analyse statistique plus puissante que dans les quelques études similaires précédentes [15,38]. Nous avons pris beaucoup de précautions pour éviter d'influencer les évaluateurs de quelque façon que ce soit : l'interface d'enquête en ligne a créé des conditions d'étude contrôlées, tous les évaluateurs ont reçu exactement les mêmes informations sur NOVA, tirées des publications originales et la configuration du site permettait d'accéder facilement à la description du système NOVA, accessible en détail ou sous forme de résumé. Les listes (aliments du commerce ou aliments génériques) et les blocs (pages de cinq aliments) apparaissaient dans un ordre aléatoire pour éviter tout biais d'accoutumance. Le processus de contrôle qualité a permis d'exclure les évaluateurs dont on pouvait craindre des affectations au hasard et les analyses de sensibilité excluant les évaluateurs les plus extrêmes ont confirmé la robustesse de nos résultats. Les données analysées proviennent donc d'évaluateurs consciencieux, qui ont affecté les aliments du mieux qu'ils le pouvaient, compte tenu des critères NOVA actuels. Les évaluateurs étaient des experts en nutrition humaine et/ou en technologie alimentaire, représentatifs des personnes susceptibles d'être amenées à utiliser NOVA dans leur vie professionnelle.

Conclusions

Nos résultats indiquent que des améliorations devraient être apportées au système de classification NOVA afin de renforcer la cohérence des affectations, qui sont souvent discordantes entre les évaluateurs, que l'information sur les ingrédients soit fournie ou non. Cette constatation soulève des

questions sur le caractère opérationnel du système NOVA dans sa forme actuelle et devrait également susciter une réflexion sur la fiabilité des conclusions des études épidémiologiques qui utilisent le système NOVA, ainsi que sur la capacité de NOVA à orienter les politiques de santé publique ou à fournir des informations utiles aux consommateurs. Alors que le concept d'aliment ultra-transformé est aujourd'hui bien connu des consommateurs, nos résultats indiquent que les critères NOVA ne permettent pas actuellement de les définir sans équivoque. La compréhension des liens entre la transformation des aliments et la santé doit nécessairement intégrer des compétences très interdisciplinaires, incluant le génie des procédés alimentaires, les sciences alimentaires, la nutrition et l'épidémiologie nutritionnelle.

Cette étude a fait l'objet d'une publication en langue anglaise dans la revue *European Journal of Clinical Nutrition* (disponible à l'adresse <https://rdcu.be/cJs7G>).

Financement : Ce travail a reçu un financement à hauteur de moins de 5% du coût total de l'étude, du Fonds Français pour l'Alimentation et la Santé (FFAS), une organisation partiellement sponsorisée par l'industrie alimentaire ; ces fonds ont payé le développement de l'outil d'enquête en ligne (Pi value) et l'analyse statistique (MS-nutrition). Le FFAS n'a joué aucun rôle dans la conception de l'étude, la collecte, l'analyse ou l'interprétation des données, la rédaction et la finalisation du manuscrit, ni dans la décision de soumettre le manuscrit pour publication.

Liens d'intérêt : VB, CF, ND, PS et IS n'ont pas de conflits d'intérêt en lien avec ce travail, même si leurs activités peuvent les amener à percevoir des subventions ou rémunérations de la part d'industriels de l'agro-alimentaire. MM et TH sont salariés de MS-Nutrition.

Remerciements : Nous souhaitons remercier P. Vaissié (Pi.value) pour le développement de l'interface de l'enquête en ligne ; les sociétés scientifiques, les départements de recherche de l'INRAE et les associations professionnelles pour leur aide au recrutement des évaluateurs ; et tous les évaluateurs anonymes pour avoir consacré du temps et des efforts à l'enquête. Nous remercions C.Helmer, C. Samieri et C. Delcourt, qui ont aidé à recueillir les données alimentaires de la cohorte bordelaise Trois-Cités.

Matériel supplémentaire.

Documents supplémentaires 1 à 4 : Captures d'écran de l'application informatique développée pour saisie des affectations par les évaluateurs

Tableau supplémentaire 1. Fréquences d'affectation des groupes NOVA et appartenance aux clusters d'aliments (aliments du commerce, avec information sur les ingrédients).

Tableau supplémentaire 2. Fréquences d'affectation des groupes NOVA et appartenance aux clusters d'aliments (aliments génériques, sans information sur les ingrédients).

Figure 1 : Schéma de la conception expérimentale de l'étude.

Figure 2 : Distribution des affectations NOVA pour les aliments du commerce (information sur les ingrédients fournie ; Panel A ; N = 19 080 affectations) et les aliments génériques (pas d'information sur les ingrédients ; Panel C ; N = 19 647 affectations) et confiance des évaluateurs dans leurs affectations pour les aliments du commerce (Panel B ; N = 19 080 affectations) et pour les aliments génériques (Panel D ; N= 19 647 affectations).

Figure 3 : Distribution (en %) des affectations NOVA_{maj} en fonction de la qualité nutritionnelle définie par les classes du Nutri-Score (panels A et C) et du système SAIN,LIM (panels B et D) pour les aliments du commerce (panels A et B) et les aliments génériques (panels C et D). La qualité nutritionnelle diminue de A à E (Nutri-Score) et de la classe 1 à la classe 4 (SAIN,LIM).

Figure 4 : Profils nutritionnels des aliments en fonction du groupe NOVA auquel ils ont été le plus souvent affectés (NOVA_{maj}). Des valeurs SAIN et NRF 9.3 plus élevées indiquent une qualité nutritionnelle supérieure ; des valeurs LIM, Nutri-Score et densité énergétique plus élevées indiquent une qualité nutritionnelle inférieure. (A) Aliments du commerce. (B) Aliments génériques. N indique le nombre d'aliments dans chaque groupe NOVA_{maj}.

REFERENCES

- [1] Thorning TK, Bertram HC, Bonjour J-P, Groot L de, Dupont D, Feeney E et al. Whole dairy matrix or single nutrients in assessment of health effects: current evidence and knowledge gaps. *Am J Clin Nutr* 2017;105(5):1033–45. <https://doi.org/10.3945/ajcn.116.151548>.
- [2] Augustin MA, Riley M, Stockmann R, Bennett L, Kahl A, Lockett T et al. Role of food processing in food and nutrition security. *Trends in Food Science & Technology* 2016;56:115–25. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.08.005>.
- [3] Slimani N, Deharveng G, Southgate DA, Biessy C, Chajes V, van Bakel MM et al. Contribution of highly industrially processed foods to the nutrient intakes and patterns of middle-aged populations in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition study. *European journal of clinical nutrition* 2009;63 Suppl 4:S206-25. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2009.82>.
- [4] Eicher-Miller HA, Fulgoni VL, Keast DR. Contributions of processed foods to dietary intake in the US from 2003-2008: a report of the Food and Nutrition Science Solutions Joint Task Force of the Academy of Nutrition and Dietetics, American Society for Nutrition, Institute of Food Technologists, and International Food Information Council. *J Nutr* 2012;142(11):2065S-2072S. <https://doi.org/10.3945/jn.112.164442>.
- [5] Asfaw A. Does consumption of processed foods explain disparities in the body weight of individuals? The case of Guatemala. *Health Economics* 2011;20:184–95. <https://doi.org/10.1002/hec.1579>.
- [6] Poti JM, Mendez MA, Ng SW, Popkin BM. Is the degree of food processing and convenience linked with the nutritional quality of foods purchased by US households? *Am J Clin Nutr* 2015;101(6):1251–62. <https://doi.org/10.3945/ajcn.114.100925>.
- [7] Monteiro CA, Levy RB, Claro RM, Castro IRR de, Cannon G. A new classification of foods based on the extent and purpose of their processing. *Cadernos de saude publica* 2010;26(11):2039–49. <https://doi.org/10.1590/s0102-311x2010001100005>.

- [8] Monteiro CA, Cannon G, Levy R, Moubarac J-C, Jaime P, Martins AP et al. NOVA. The star shines bright. *World Nutrition* 2016;7:28–38.
- [9] Monteiro CA, Cannon G, Levy RB, Moubarac J-C, Louzada ML, Rauber F et al. Ultra-processed foods: what they are and how to identify them. *Public health nutrition* 2019;22(5):936–41. <https://doi.org/10.1017/S1368980018003762>.
- [10] Chen X, Zhang Z, Yang H, Qiu P, Wang H, Wang F et al. Consumption of ultra-processed foods and health outcomes: a systematic review of epidemiological studies. *Nutrition journal* 2020;19(1):86. <https://doi.org/10.1186/s12937-020-00604-1>.
- [11] Oliveira, M S D S., Amparo-Santos L. Food-based dietary guidelines: a comparative analysis between the Dietary Guidelines for the Brazilian Population 2006 and 2014. *Public health nutrition* 2018;21(1):210–7. <https://doi.org/10.1017/s1368980017000428>.
- [12] PAHO-WHO. Ultra-processed Food and Drink Products in Latin America: Sales, Sources, Nutrient Profiles and Policy Implications. Washington, DC; 2019.
- [13] HCSP. Avis relatif aux objectifs de santé publique quantifiés pour la politique nutritionnelle de santé publique (PNNS) 2018-2022: Internet: <https://www.hcsp.fr/explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=648> (accessed May 2021) 2018.
- [14] Moubarac JC, Parra DC, Cannon G, Monteiro CA. Food Classification Systems Based on Food Processing: Significance and Implications for Policies and Actions: A Systematic Literature Review and Assessment. *Current obesity reports* 2014;3:256–72. <https://doi.org/10.1007/s13679-014-0092-0>.
- [15] Bleiweiss-Sande R, Chui K, Evans EW, Goldberg J, Amin S, Satchek J. Robustness of Food Processing Classification Systems. *Nutrients* 2019;11(6). <https://doi.org/10.3390/nu11061344>.
- [16] Sadler CR, Grassby T, Hart K, Raats M, Sokolović M, Timotijevic L. Processed food classification: Conceptualisation and challenges. *Trends in Food Science & Technology* 2021;112:149–62. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.059>.

- [17] Adams J, White M. Characterisation of UK diets according to degree of food processing and associations with socio-demographics and obesity: cross-sectional analysis of UK National Diet and Nutrition Survey (2008-12). *Int J Behav Nutr Phys Act* 2015;12:160.
<https://doi.org/10.1186/s12966-015-0317-y>.
- [18] Forde CG, Mars M, Graaf K de. Ultra-Processing or Oral Processing? A Role for Energy Density and Eating Rate in Moderating Energy Intake from Processed Foods. *Curr Dev Nutr* 2020;4(3):nzaa019. <https://doi.org/10.1093/cdn/nzaa019>.
- [19] Labonté M-È, Poon T, Mulligan C, Bernstein JT, Franco-Arellano B, L'Abbé MR. Comparison of global nutrient profiling systems for restricting the commercial marketing of foods and beverages of low nutritional quality to children in Canada. *Am J Clin Nutr* 2017;106(6):1471–81.
<https://doi.org/10.3945/ajcn.117.161356>.
- [20] ANSES. INCA3. Étude individuelle nationale des consommations alimentaires 3. Rapport d'expertise collective ANSES 2017; Saisine « n°2014-SA-0234 – Etude INCA3; 2017.
- [21] Féart C, Jutand MA, Larrieu S, Letenneur L, Delcourt C, Combe N et al. Energy, macronutrient and fatty acid intake of French elderly community dwellers and association with socio-demographic characteristics: data from the Bordeaux sample of the Three-City Study. *Br J Nutr* 2007;98(5):1046–57. <https://doi.org/10.1017/S0007114507756520>.
- [22] 3C Study group. Vascular factors and risk of dementia: design of the Three-City Study and baseline characteristics of the study population. *Neuroepidemiology* 2003;22(6):316–25.
<https://doi.org/10.1159/000072920>.
- [23] Julia C, Hercberg S. Development of a new front-of-pack nutrition label in France: The five-colour. *Public Health Panorama* 2017;3(4):712–25.
- [24] Darmon N, Vieux F, Maillot M, Volatier J-L, 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(4):1227–36.
<https://doi.org/10.3945/ajcn.2008.26465>.

- [25] Efron B, Tibshirani RJ. An introduction to the bootstrap. Boca Raton etc.: Chapman & Hall/CRC; 1994:247–249.
- [26] Husson F., Josse J., Pagès J. Principal component methods - hierarchical clustering - partitional clustering: why would we need to choose for visualizing data? Technical Reports AgroCampus-Applied mathematical Department; <http://www.agrocampus-ouest.fr/math/> (dernier accès mars 2022) 2010.
- [27] Ward JH. Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function. *Journal of the American Statistical Association* 1963;58(301):236–44.
<https://doi.org/10.1080/01621459.1963.10500845>.
- [28] Lindskou M, Eriksen PS, Tvedebrink T. Outlier detection in contingency tables using decomposable graphical models. *Scand J Statist* 2020;47(2):347–60.
<https://doi.org/10.1111/sjos.12407>.
- [29] Rattanarat P, Chindapan N, Devahastin S. Comparative evaluation of acrylamide and polycyclic aromatic hydrocarbons contents in Robusta coffee beans roasted by hot air and superheated steam. *Food Chemistry* 2021;341(Pt 1):128266.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128266>.
- [30] Maurice B., Bretton, A., Saint-Eve A, Kesse-Guyot E, Touvier M., Julia C., Souchon I. Calcul d'un score de transformation des aliments pour mieux prendre en compte leur diversité et leurs effets sur la santé application à plus de 2000 aliments de la base de données NutriNet-Santé, Journées Francophones de Nutrition, 27-29 novembre 2019, Rennes, France 2019.
- [31] Da Costa Louzada ML, Martins APB, Canella DS, Baraldi LG, Levy RB, Claro RM et al. Ultra-processed foods and the nutritional dietary profile in Brazil. *Rev Saude Publica* 2015;49:38.
<https://doi.org/10.1590/S0034-8910.2015049006132>.
- [32] Julia C, Martinez L, Allès B, Touvier M, Hercberg S, Méjean C et al. Contribution of ultra-processed foods in the diet of adults from the French NutriNet-Santé study. *Public Health Nutrition* 2017;21:27–37. <https://doi.org/10.1017/S1368980017001367>.

- [33] Moubarac JC, Batal M, Louzada ML, Martinez Steele E, Monteiro CA. Consumption of ultra-processed foods predicts diet quality in Canada. *Appetite* 2017;108:512–20. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2016.11.006>.
- [34] Martinez Steele E, Popkin BM, Swinburn B, Monteiro CA. The share of ultra-processed foods and the overall nutritional quality of diets in the US: evidence from a nationally representative cross-sectional study. *Population health metrics* 2017;15:6. <https://doi.org/10.1186/s12963-017-0119-3>.
- [35] Rauber F, Da Costa Louzada ML, Steele EM, Millett C, Monteiro CA, Levy RB. Ultra-Processed Food Consumption and Chronic Non-Communicable Diseases-Related Dietary Nutrient Profile in the UK (2008–2014). *Nutrients* 2018;10(5). <https://doi.org/10.3390/nu10050587>.
- [36] Koiwai K, Takemi Y, Hayashi F, Ogata H, Matsumoto S, Ozawa K et al. Consumption of ultra-processed foods decreases the quality of the overall diet of middle-aged Japanese adults. *Public Health Nutrition* 2019;22:2999–3008. <https://doi.org/10.1017/S1368980019001514>.
- [37] Gibney MJ. Ultra-Processed Foods: Definitions and Policy Issues. *Curr Dev Nutr* 2019;3:nzy077. <https://doi.org/10.1093/cdn/nzy077>.
- [38] Crino M, Barakat T, Trevena H, Neal B. Systematic Review and Comparison of Classification Frameworks Describing the Degree of Food Processing. *Nutrition and Food Technology* 2017;3(1). <https://doi.org/10.16966/2470-6086.138>.

Figure supplémentaire 1: Schéma de la conception expérimentale de l'étude

SELECTION DES ALIMENTS

- **Aliments Spécifiques (N=120)**
3 groupes de produits largement consommés
 - PL Frais (n=40)
 - Produits de panification (n=40)
 - Plats préparés (n=40)
- **Aliments Génériques (N=111)**
Sélection de 54 aliments les plus consommés dans une étude de cohorte populationnelle et étendue aux PL frais, Produits de panification et Plats préparés

ENQUÊTE EN LIGNE

- Objectif de l'enquête
- Description des critères NOVA
- Proposition aléatoire de la liste Aliments Spécifiques (+ ingrédients) ou de la liste Aliments Génériques
- Confiance dans l'attribution d'une classification NOVA

ANALYSE DES DONNÉES

EVALUATEURS

- **Professionnels** de 4 champs thématiques (+ expertise auto-évaluée)

Scientifiques académiques, Nutrition Humaine	Scientifiques académiques, Techno de l'alimentation
Professionnels de santé – conseils diététiques	R&D Industries AA

- Au choix : 1 ou 2 listes à classer
 - N=196 évaluateurs Liste Aliments (+ Ingrédients)
 - N=202 évaluateurs Liste Aliments Génériques

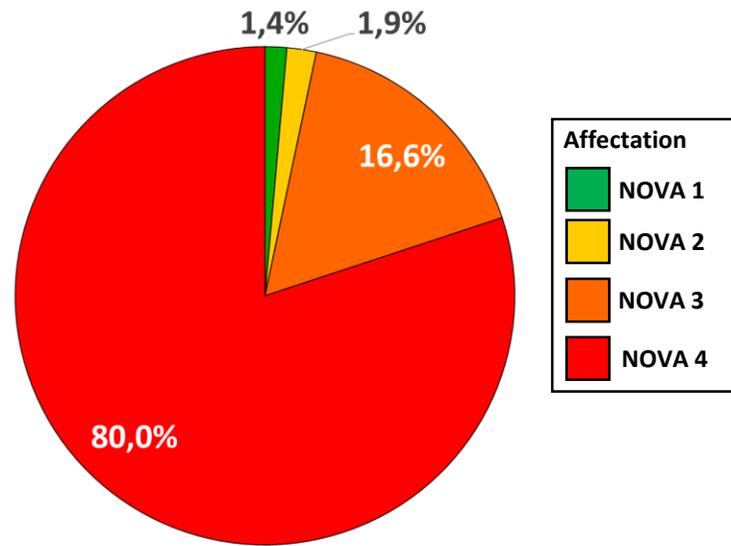
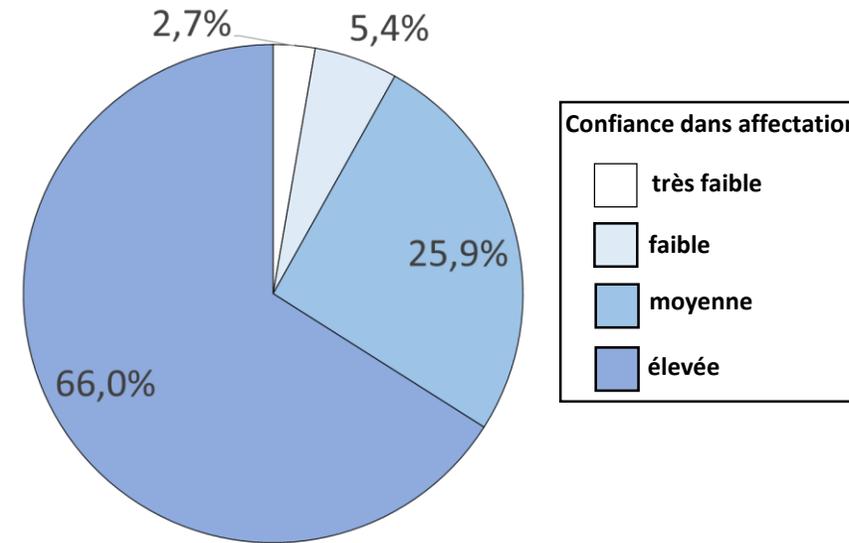
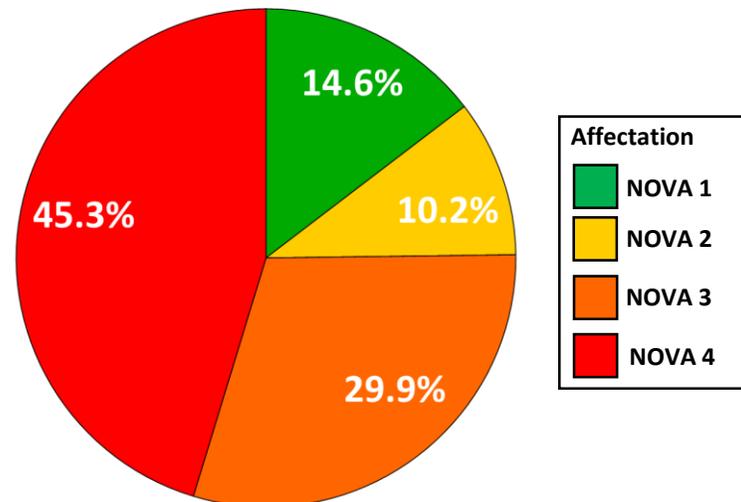
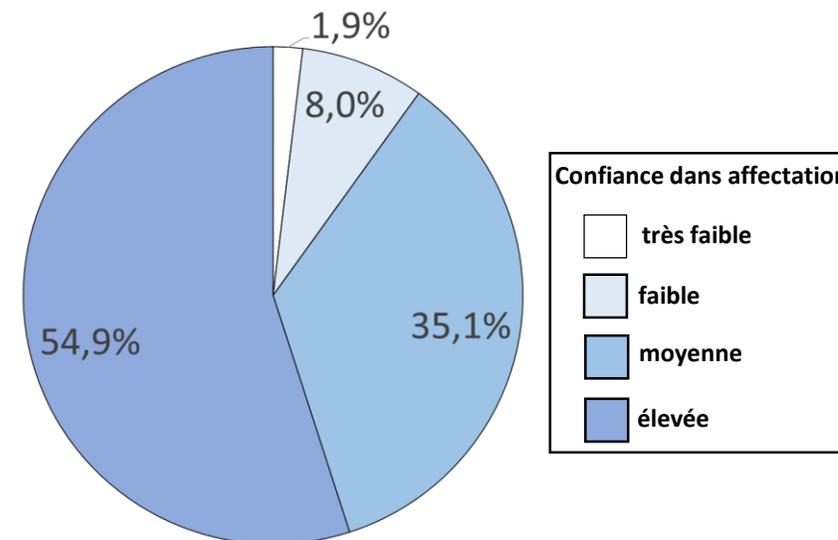
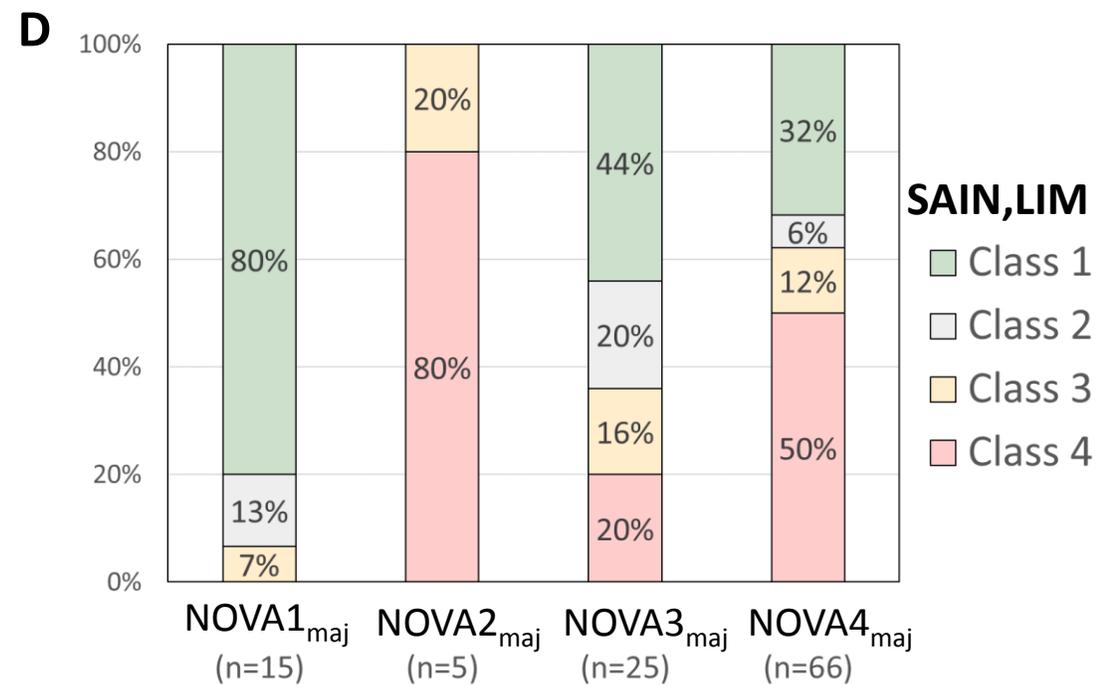
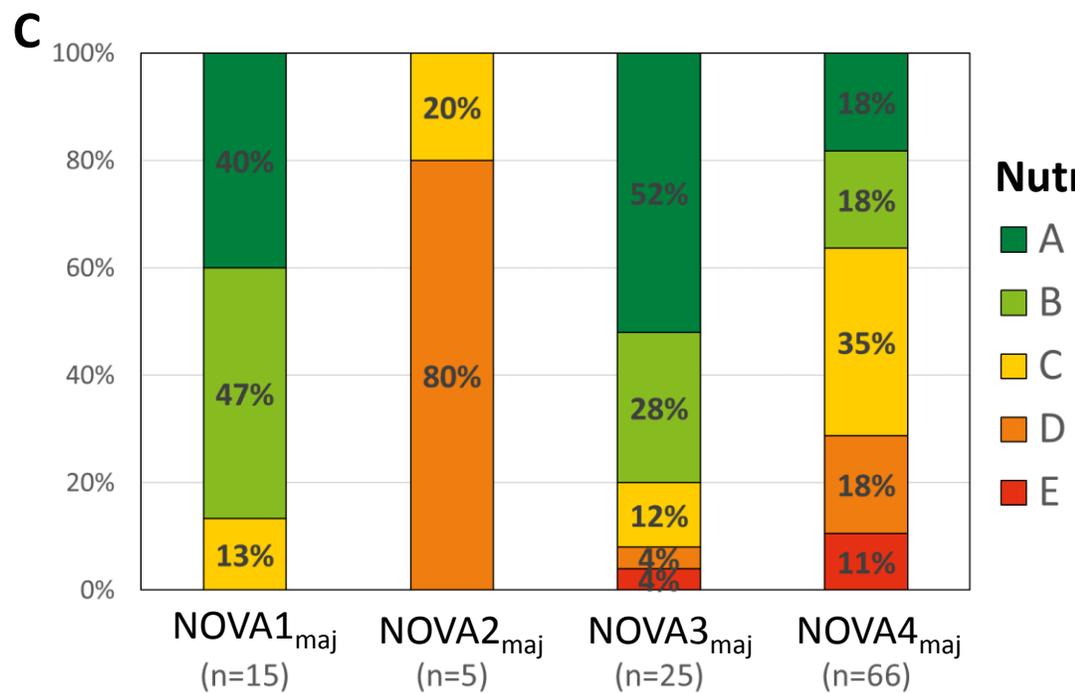
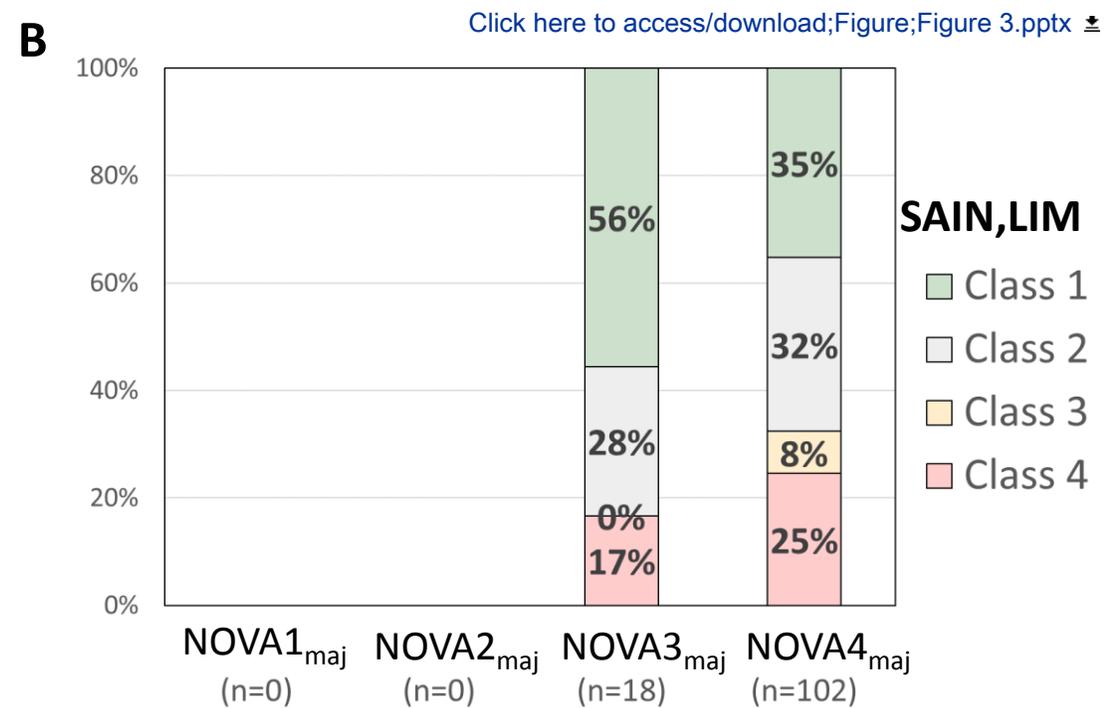
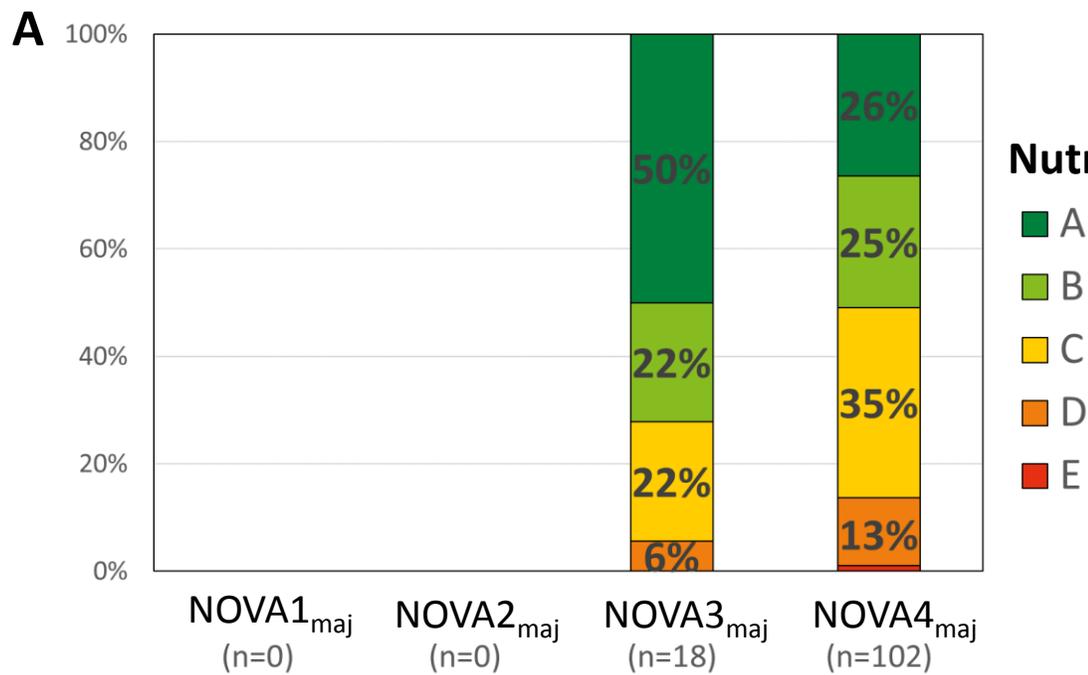
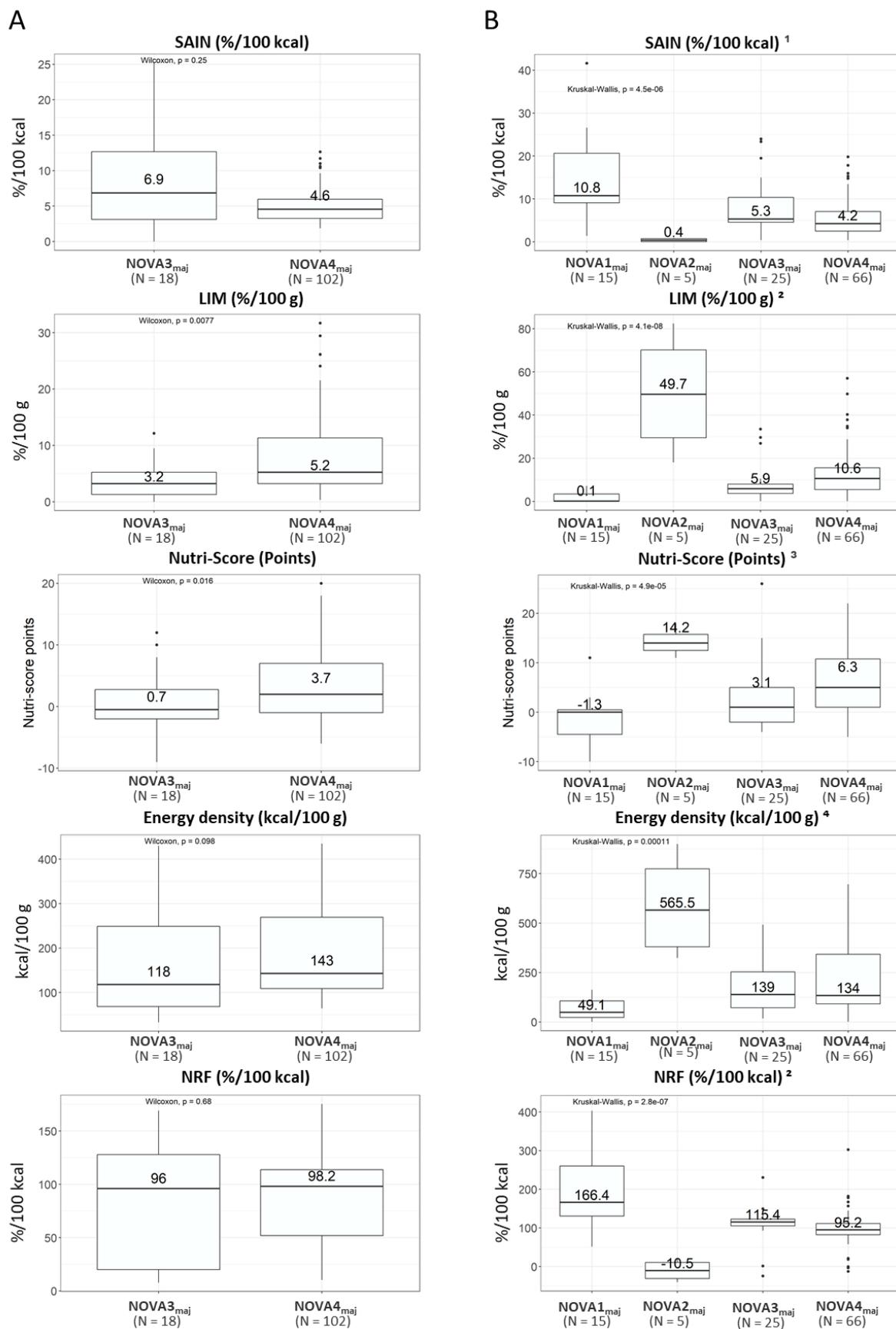
A**B****C****D**

Figure 3

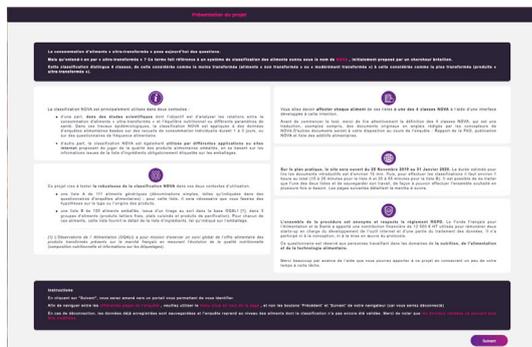




¹ Les résultats de toutes les comparaisons par paires étaient significativement différents, à l'exception de la comparaison entre NOVA3_{maj} et NOVA4_{maj} ($p = 0,055$ pour SAIN, $p = 0,52$ pour la densité énergétique).

² Les résultats de toutes les comparaisons par paires étaient significativement différents

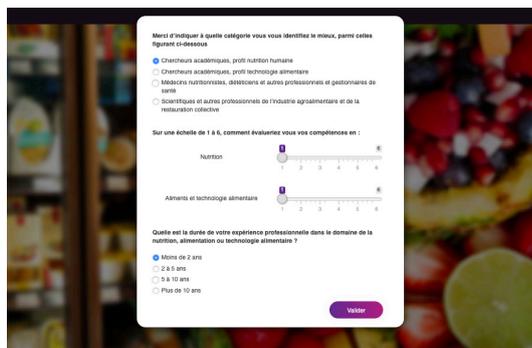
³ Les résultats de toutes les comparaisons par paires étaient significativement différents, à l'exception de la comparaison entre NOVA1_{maj} et NOVA3_{maj} ($p = 0.077$)



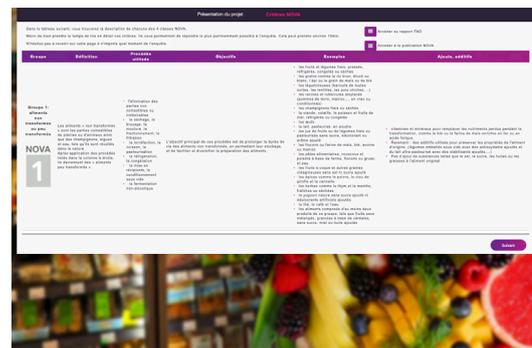
a



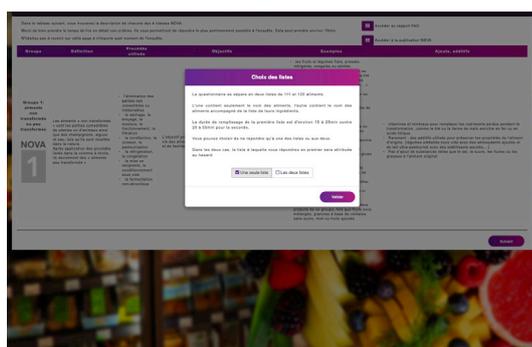
b



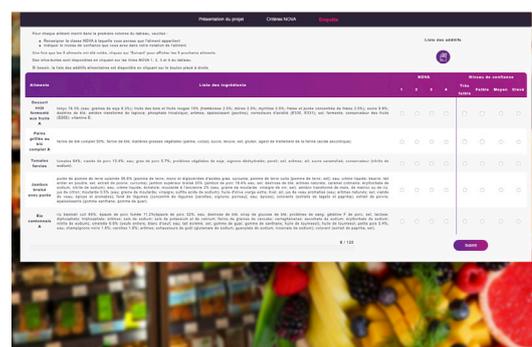
c



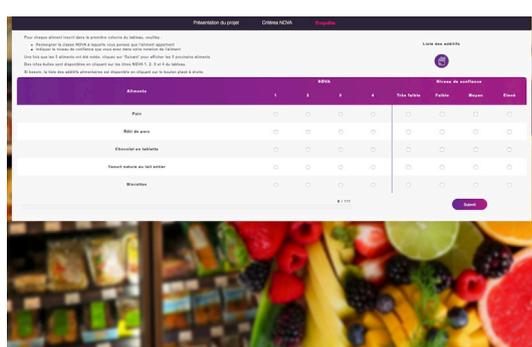
d



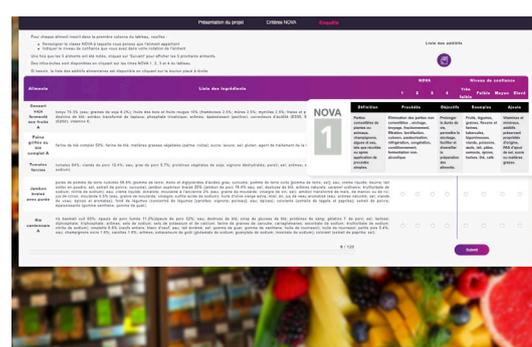
e



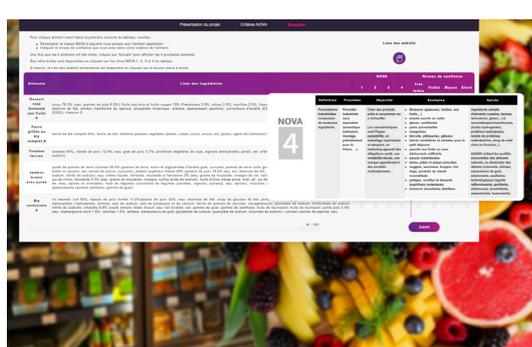
f



g



h



i

Document Supplémentaire 1 : Captures d'écran de l'enquête en ligne : (a) descriptif de l'enquête (pour plus de détails, voir Document Supplémentaire 2) ; (b) inscription des évaluateurs ; (c) informations sur les évaluateurs ; (d) traduction française des critères Nova (basée sur Monteiro *et al.*, 2016* ; pour plus de détails, voir Document Supplémentaire 4) ; (e) choix des listes d'aliments à évaluer (f) : exemples d'aliments du commerce (informations sur les ingrédients fournies) ; (g) exemples d'aliments génériques (aucune information sur les ingrédients fournie) ; (h et i) « infobulle » sur chaque page, montrant les critères pour NOVA1 (h) ou NOVA4 (i) (pour plus de détails, voir Document Supplémentaire 3).

* Monteiro CA, Cannon G, Levy R, Moubarac J-C, *et al.* NOVA. The star shines bright. *World Nutrition* 2016; 7:28-38.

Document Supplémentaire 2 : Texte de présentation de l'étude pour les évaluateurs.

La consommation d'aliments « ultra-transformés » pose aujourd'hui des questions. Mais qu'entend-t-on par « ultra-transformés » ? Ce terme fait référence à un système de classification des aliments connu sous le nom de NOVA, initialement proposé par un chercheur brésilien. Cette classification distingue 4 classes, de celle considérée comme la moins transformée (aliments « non transformés » ou « modérément transformés ») à celle considérée comme la plus transformée (produits « ultra-transformés »).

La classification NOVA est principalement utilisée dans deux contextes : (i) d'une part, dans des études scientifiques dont l'objectif est d'analyser les relations entre la consommation d'aliments « ultra-transformés » et l'équilibre nutritionnel ou différents paramètres de santé. Dans ces travaux épidémiologiques, la classification NOVA est appliquée à des données d'enquêtes alimentaires basées sur des recueils de consommation individuelle durant 1 à 3 jours, ou sur des questionnaires de fréquence alimentaire. (ii) D'autre part, la classification NOVA est également utilisée par différentes applications ou sites internet proposant de juger de la qualité des produits alimentaires emballés, en se basant sur les informations issues de la liste d'ingrédients obligatoirement étiquetée sur les emballages.

Nous sommes un petit groupe de scientifiques qui souhaitons tester la robustesse de la classification NOVA dans ces deux contextes d'utilisation. Dans cet objectif, nous avons établi deux listes d'aliments : (i) une liste de 111 aliments génériques (dénominations simples, telles qu'indiquées dans des questionnaires de fréquence alimentaire) et (ii) une liste de 120 aliments du commerce, issue d'un tirage au sort dans la base OQALI ⁽¹⁾, dans 3 groupes d'aliments (produits laitiers frais, plats cuisinés et produits de panification). Pour chacun de ces aliments, cette liste fournit le détail de la liste d'ingrédients, tel qu'indiqué sur l'emballage

Nous vous demandons d'affecter chaque aliment de ces listes à une des 4 classes NOVA, à l'aide d'une interface que nous avons développée à cette intention. Avant de commencer le test, nous vous demandons de lire attentivement la définition des 4 classes NOVA (issue d'une traduction que nous avons réalisée à partir des documents originaux en anglais rédigés par les concepteurs de NOVA). Pour des raisons pratiques, il ne vous sera pas possible de revenir sur vos classements déjà enregistrés et il est donc important que vous ayez connaissance de tous les éléments et critères avant de commencer.

Sur le plan pratique, le site sera ouvert du 27.11.2019 au 08.02.2020. La durée estimée pour effectuer les classifications est d'environ 2 heures au total (1 heure pour chaque liste). Il est possible de ne traiter que l'une des deux listes et de sauvegarder son travail, de façon à pouvoir effectuer l'ensemble souhaité en plusieurs fois si besoin. Les pages suivantes détaillent la marche à suivre. L'ensemble de la procédure est anonyme et respecte le règlement RGPD. Le Fonds Français pour l'Alimentation et la Santé a apporté une contribution financière de 12 500 € HT utilisée pour rémunérer deux starts-up en charge du développement de cet outil internet et d'une partie du traitement des données. Il n'a participé ni à la conception, ni à la mise en œuvre du protocole.

Nous vous remercions par avance très sincèrement de l'aide que vous pourrez nous apporter en consacrant un peu de votre temps à cette tâche.

⁽¹⁾ *L'Observatoire de l'Alimentation (OQALI) a pour mission d'exercer un suivi global de l'offre alimentaire des produits transformés présents sur le marché français en mesurant l'évolution de la qualité nutritionnelle (composition nutritionnelle et informations sur les étiquetages).*

Document Supplémentaire 3 : Informations contenues dans les infobulles, apparaissant sur demande et indiquant les principales informations relative à chaque classe Nova.

NOVA
1

Définition	Procédés	Objectifs	Exemples	Ajouts
Parties comestibles de plantes ou d'animaux, champignons, algues et eau, tels que récoltés ou après application de procédés simples	Elimination des parties non comestibles, séchage, broyage, fractionnement, filtration, torréfaction, cuisson, pasteurisation, réfrigération, congélation, conditionnement, fermentation non-alcoolique	Prolonger la durée de vie, permettre le stockage, faciliter et diversifier la préparation des aliments.	Fruits, légumes, graines, flocons et farines, tubercules, légumineuses, viande, poissons, œufs, lait, pâtes, semoule, épices, herbes, thé, café.	Vitamines et minéraux, additifs préservant les propriétés d'origine, pas d'ajout de sel, sucre ou matières grasses

NOVA
2

Définition	Procédés	Objectifs	Exemples	Ajouts
Obtenues directement à partir d'aliments non ou peu transformés par des procédés simples	Pressage, raffinage, broyage, mouture, séchage	Assaisonner et cuire les aliments du groupe 1 et pour préparer des plats	Sel, sucre, mélasse, miel, beurre, lard, amidons, vinaigre	Vitamines & minéraux, additifs pour préserver les qualités originales

NOVA
3

Définition	Procédés	Objectifs	Exemples	Ajouts
Produits relativement simples obtenus par l'ajout de sucre, de sels ou d'autres ingrédients du groupe 2 à des aliments issus du groupe 1. La plupart des aliments de cette catégorie ont, au plus, deux ou 3 ingrédients dans leur composition.	Diverses méthodes de conservation ou de cuisson et, dans le cas du pain et du fromage, la fermentation non alcoolique	Augmenter la durabilité des aliments peu ou pas transformés ; modifier ou améliorer leurs qualités sensorielles.	Conserves de légumes, fruits, légumineuses, viande, poisson noix et graines salées ou sucrées ; viandes salées ou fumées ; fromages et pains frais non emballés boissons alcoolisées non distillées (bière, cidre, vin..)	Additifs pour préserver les qualités originales ou pour conserver

NOVA
4

Définition	Procédés	Objectifs	Exemples	Ajouts
Formulations industrielles composées de nombreux ingrédients.	Procédés industriels sans équivalent domestique (extrusion, moulage, prétraitement pour la friture, ...)	Créer des produits prêts à consommer ou à réchauffer ; les caractéristiques sont l'hyper-palatabilité, un emballage sophistiqué et attrayant, un marketing agressif des allégations santé, une rentabilité élevée, une marque appartenant à des sociétés multinationales	Boissons (gazeuses, lactées, aux fruits,...) ; snacks sucrés ou salés ; glaces, confiseries ; pains pré-emballés ; margarines ; biscuits, pâtisseries, gâteaux ; barres céréalières et céréales pour le petit déjeuner ; yaourts aux fruits ou avec édulcorants artificiels ; sauces instantanées ; tartes, pâtes et pizzas précuites ; nuggets, saucisses, burgers, hot dogs, produits de viande reconstitués ; potages, nouilles et desserts lyophilisés instantanés ; boissons alcoolisées distillées. noodles and dessert, alcohol produced by fermentation of group 1 followed by distillation (whisky, gin, rum, vodka)	Ingrédients extraits d'aliments (caséine, lactose, lactosérum, gluten...) et secondairement transformés, (huiles hydrogénées, protéines hydrolysées, isolats de protéines, maltodextrine, sirop de maïs riche en fructose...). Additifs imitant les qualités sensorielles des aliments naturels, ou dissimuler des défauts (colorants, arômes, exhausteurs de goût, édulcorants, auxiliaires technologiques (agents raffermissants, gonflants, anti-mousse, émulsifiants, séquestrants, humectants).

Document supplémentaire 4 : Texte mis à disposition des évaluateurs. Cette description des critères NOVA provient de la publication originale de *Monteiro CA, Cannon G, Levy R, Moubarac J-C et al. NOVA. The star shines bright. World Nutrition 2016; 7:28-38*

	Définition	Procédés utilisés	Objectif des procédés	Exemples	Ajouts, additifs,
Groupe 1 : aliments « non transformés » ou « peu transformés »	<p><u>Les aliments « non transformés »</u> sont les parties comestibles de plantes ou d'animaux ainsi que des champignons, algues et eau, tels qu'ils sont récoltés dans la nature.</p> <p>Après application des procédés listés dans la colonne à droite, ils deviennent des « <u>aliments peu transformés</u> »</p>	<ul style="list-style-type: none"> - l'élimination des parties non comestibles ou indésirables, - le séchage, le broyage, la mouture, le fractionnement, la filtration, - la torréfaction, la cuisson, la pasteurisation, - la réfrigération, la congélation, - la mise en récipients, - le conditionnement sous vide - la fermentation non-alcoolique 	<p>L'objectif principal de ces procédés est de prolonger la durée de vie des aliments non transformés, en permettant leur stockage, et de faciliter et diversifier la préparation des aliments.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - les fruits et légumes frais, pressés, réfrigérés, congelés ou séchés - les grains comme le riz brun, étuvé ou blanc, l'épi ou le grain de maïs ou de blé - les légumineuses (haricots de toutes sortes, les lentilles, les pois chiches, ..) - les racines et tubercules amylicés (pommes de terre, manioc..., en vrac ou conditionnés) - les champignons frais ou séchés ; - la viande, volaille, le poisson et fruits de mer, réfrigérés ou congelés ; - les œufs ; - le lait, pasteurisé, en poudre ; - les jus de fruits ou de légumes frais ou pasteurisés sans sucre, édulcorant ou arôme ajouté ; - les flocons ou farine de maïs, blé, avoine ou manioc ; - les pâtes alimentaires, couscous et polenta à base de farine, flocons ou gruau et eau ; - les fruits à coque et autres graines oléagineuses <i>sans sel ni sucre ajouté</i> ; - les épices comme le poivre, le clou de girofle et la cannelle ; - les herbes comme le thym et la menthe, fraîches ou séchées ; - le yogourt nature sans sucre ajouté ni édulcorants artificiels ajoutés ; - le thé, le café et l'eau. - les aliments composés d'au moins deux produits de ce groupe, tels que fruits secs mélangés, 	<ul style="list-style-type: none"> - <u>vitamines et minéraux</u> pour remplacer les nutriments perdus pendant la transformation, comme le blé ou la farine de maïs enrichie en fer ou en acide folique. - rarement : <u>des additifs</u> utilisés pour préserver les propriétés de l'aliment d'origine. (légumes emballés sous vide avec des antioxydants ajoutés et du lait ultra-pasteurisé avec des stabilisants ajoutés,...) - pas d'ajout de substances telles que le sel, le sucre, les huiles ou les graisses à l'aliment original

				granolas à base de céréales, sans sucre, miel ou huile ajoutés,	
	Définition	Procédés utilisés	Objectif des procédés	Exemples	Ajouts, additifs,
Groupe 2 : "ingrédients culinaires transformés".	Substances obtenues directement à partir d'aliments du groupe 1 par des procédés tels que ceux décrits dans la colonne à droite	Pressage, raffinage, broyage, mouture et séchage par pulvérisation	Fabriquer des produits utilisés à domicile ou en restauration pour préparer, assaisonner et cuire les aliments du groupe 1 et pour préparer des plats bons et variés tels que des soupes, pains, conserves, salades, boissons, desserts et autres préparations culinaires Les produits du groupe 2 sont rarement consommés en l'absence d'aliments du groupe 1.	<ul style="list-style-type: none"> - sel extrait des mines ou de l'eau de mer - sucre et mélasse à partir de canne ou betterave - miel, sirop des érables - huiles végétales broyées (olives ou graines) - beurre et lard extraits du lait et du porc ; - amidons extraits du maïs et autres plantes. - produits consistant en deux produits du groupe 2, tels que, le beurre salé, les produits du groupe 2 avec adjonction de vitamines ou de minéraux, tels que le sel iodé, - vinaigre obtenu par fermentation acétique 	<u>Additifs</u> utilisés pour préserver les propriétés originales du produit. Par exemple, les huiles végétales enrichies en antioxydants, le sel de cuisine additionné d'anti-humectant et le vinaigre avec d'agents de conservation qui empêchent la prolifération des microorganismes.
Groupe 3 : Aliments "transformés"	Produits fabriqués en ajoutant du sucre, de l'huile, du sel ou d'autres substances du groupe 2 aux aliments du groupe 1. La plupart contiennent deux ou trois ingrédients	Diverses méthodes de conservation ou de cuisson et, dans le cas du pain et du fromage, la fermentation non alcoolique	Augmenter la durabilité des aliments peu ou pas transformés ; modifier ou d'améliorer leurs qualités sensorielles.	<ul style="list-style-type: none"> - légumes, fruits et légumineuses en conserve - noix et graines salées ou sucrées ; - viandes salées ou fumées ; - poisson en conserve ; - fruits au sirop ; - fromages et pains frais non emballés - boissons alcoolisées produites par fermentation d'aliments du groupe 1, comme la bière, le cidre et le vin, 	<u>Additifs</u> utilisés pour préserver leurs propriétés originales ou pour résister à une contamination microbienne. Par exemple, les fruits au sirop avec ajout d'antioxydants et les viandes salées et séchées avec ajout d'agents de conservation

	Définition	Procédés utilisés	Objectif des Procédés	Exemples	Ajouts, additifs,
Groupe 4 : Aliments "ultra- transformés"	<p>Formulations industrielles généralement composées de nombreux ingrédients, typiquement 5 ou plus</p> <p>Les aliments du groupe 1 ne représentent qu'une faible proportion des ingrédients des produits ultra-transformés ou sont même absents de ceux-ci.</p>	Procédés industriels sans équivalent domestique, tels que l'extrusion et le moulage, et le prétraitement pour la friture	<p>Créer des produits prêts à consommer, à boire ou à réchauffer, susceptibles de remplacer à la fois les aliments non ou peu transformés qui sont naturellement prêts à consommer, comme les fruits ou les noix, le lait et l'eau, et les boissons, plats, desserts et repas fraîchement préparés.</p> <p>Les caractéristiques communes des produits « ultra-transformés » sont l'hyper-palatabilité, un emballage sophistiqué et attrayant, un marketing multimédia et d'autres formes agressives de marketing pour les enfants et les adolescents, des allégations santé, une rentabilité élevée, une marque appartenant à des sociétés multinationales</p>	boissons gazeuses ; snacks sucrés ou salés ; glaces, chocolat, bonbons ; pains pré-emballés ; margarines et pâtes à tartiner ; biscuits, pâtisseries, gâteaux et préparations pour gâteaux ; barres céréalières et céréales pour le petit déjeuner ; boissons énergisantes; boissons lactées, yaourts aux fruits ; boissons aux fruits, boissons au cacao ; extraits de viande et de poulet, sauces instantanées ; préparations pour nourrissons (laits infantiles), autres produits pour bébés ; les produits " santé " et " amincissants " (substituts de repas) ; produits prêts à chauffer (tartes, pâtes et pizzas précuites) ; nuggets , saucisses, burgers, hot-dogs, produits de viande reconstitués ; potages, nouilles et desserts lyophilisés ou en boîte, instantanés ; yaourt nature avec édulcorants artificiels, les pains additionnés d'émulsifiants ; boissons alcoolisées distillées (whisky, gin, rhum vodka).	<p><u>Ingrédients que l'on ne trouve que dans les produits ultra-transformés</u> : (caséine, lactose, lactosérum, gluten, huiles hydrogénées ou inter-estérifiées, protéines hydrolysées, isolats de protéines de soja, maltodextrine, sucre inverti, sirop de maïs riche en fructose).</p> <p><u>Additifs</u> imitant les qualités sensorielles des aliments du groupe 1, ou servant à dissimuler des qualités sensorielles indésirables du produit fini, tels que colorants, stabilisants de couleur, arômes, exhausteurs de goût, édulcorants, auxiliaires technologiques (agents de carbonatation, raffermissants, gonflants et antigel, antimousse, antimottants et glacants, émulsifiants, séquestrants et humectants).</p>

Tableaux 1 et 2 : Voir les fichiers excel en matériels supplémentaires