



HAL
open science

Classer les aliments selon leur niveau de transformation -Quels sont les différents systèmes et leurs limites ?

Isabelle Souchon, Véronique Braesco

► To cite this version:

Isabelle Souchon, Véronique Braesco. Classer les aliments selon leur niveau de transformation -Quels sont les différents systèmes et leurs limites?. Cahiers de Nutrition et de Diététique, 2022, 57 (3), pp.194-209. 10.1016/j.cnd.2022.03.003 . hal-03690814

HAL Id: hal-03690814

<https://hal.inrae.fr/hal-03690814>

Submitted on 8 Jun 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.

1 **Titre : Classer les aliments selon leur niveau de transformation – Quels sont les différents**
2 **systèmes et leurs limites ?**

3

4 **Title : Food classifications according to the level of processing - What are the different**
5 **systems and their limitations?**

6

7 **Auteurs** : Isabelle Souchon^a, Véronique Braesco^b

8

9 **Affiliations :**

10 ^aSQPOV, INRAE, Avignon Université, 84000 Avignon, France

11 ^bVAB-nutrition, 63100 Clermont-Ferrand, France

12

13 **Auteur correspondant :** Isabelle Souchon

14 Adresse: UMR408 Sécurité et Qualité des Produits d'Origine Végétale, INRAE

15 Domaine Saint Paul, 228, route de l'Aérodrome, Site Agroparc - CS 40509

16 84914 Avignon Cedex 9

17

18 Email : isabelle.souchon@inrae.fr

19

20 Tél. : +33 4 32 72 24 89

21

22 Mots clés : Classification des aliments, transformation des aliments, procédés alimentaires,
23 NOVA, IFIC, IARC, UNC, SIGA

24 Key words : food classification, food processing, NOVA, IFIC, IARC, UNC, SIGA

25 **Résumé :**

26 La part des aliments transformés dans les régimes alimentaires n'a cessé de croître ces dernières
27 décennies. Ils répondent aux attentes et besoins des modes de vie contemporains, et couvrent
28 une grande part les besoins nutritionnels. Toutefois, de nombreuses études épidémiologiques
29 ont pu identifier des liens entre la consommation d'aliments dits « ultra » ou « très »
30 transformés et la santé. Ces études s'appuient sur des systèmes de classement des aliments selon
31 leur niveau de transformation. Cet article s'appuie sur une analyse de la littérature et vise à
32 présenter les différents systèmes de classement, ainsi que les limites de ces derniers. Neuf
33 classifications sont discutées et comparées. Si certaines sont décrites avec des règles plus
34 précises, aucune de ces classifications ne s'appuie sur un réel algorithme et ne propose pas non
35 plus de classement "officiel" que les utilisateurs pourraient utiliser comme "gold standard",
36 expliquant pour partie le manque de robustesse de ces classifications. Par ailleurs, aucun
37 consensus ne semble se dégager sur les facteurs déterminant le niveau de transformation d'un
38 aliment, montrant le besoin d'un travail interdisciplinaire afin de proposer un système de
39 classification robuste et universel des aliments selon leur niveau de transformation

40

41 **Abstract :**

42 The proportion of processed foods in diets of many countries increased over the past decades.
43 Processed foods meet the expectations and needs of contemporary lifestyles, and contribute to
44 a large extent to covering nutritional needs. However, numerous epidemiological studies have
45 identified links between the consumption of so-called "ultra" or "highly" processed foods and
46 health. These studies are based on food classification systems according to their level of
47 processing. This article gives an overview of the literature on the different classification
48 systems, as well as their limitations. Eight classifications are discussed and compared. Although
49 some of them are described with more precise rules, none of these classifications is based on a
50 real algorithm, nor does it propose an "official" classification that users could use as a "gold
51 standard". This observation partly explains the lack of robustness of these classifications.
52 Furthermore, there is no consensus on what factors determine the level of food processing,
53 showing the need for interdisciplinary work in order to propose a robust and universal
54 classification system for foods according to their level of processing.

55

56

57

58 **Introduction**

59 Il est de plus en plus évident que l'on ne peut considérer les aliments comme la simple somme
60 de leurs nutriments (1). Pour définir les aliments au-delà de leur composition, il est essentiel de
61 prendre en compte l'organisation et les interactions des différents constituants de la matrice
62 alimentaire entre eux, depuis les échelles moléculaires jusqu'aux échelles macroscopiques (2).
63 Ces interactions sont impactées par les procédés de transformation et les formulations de plus
64 en plus complexes des aliments, qui ont évolué au cours des siècles pour s'adapter aux
65 changements des modes de vie (3).

66

67 *Pourquoi transforme-t-on, pourquoi formule-t-on les aliments ?*

68 Les aliments que nous consommons ont tous, en très grande majorité, subi des transformations
69 avant d'être consommés. Qu'il s'agisse de stockage à l'état réfrigéré, de lavage, de
70 fractionnement, de découpe, de cuisson ou encore de mélanges, ces opérations impactent à
71 différents niveaux, la composition des produits. Ces opérations de transformation peuvent avoir
72 lieu à domicile, à l'échelle artisanale, locale ou industrielle. Les objectifs de ces opérations sont
73 multiples (figure 1). Elles assurent les qualités sanitaires des aliments mais aussi un ensemble
74 d'autres propriétés ou services telles que leur palatabilité, leur digestibilité, leur stabilité, leur
75 praticité et contribuent à la réduction des pertes des matières premières agricoles, comme à la
76 diversification de l'offre alimentaire (4).

77

78 Ces transformations alimentaires peuvent donc être définies comme la mise en œuvre de
79 mécanismes physiques, chimiques ou biologiques via une combinaison d'opérations unitaires
80 apportant une ou plusieurs fonctions ou propriétés à l'aliment.

81

82 *L'évolution des modes de transformation des aliments*

83 La production et consommation de masse, la compétitivité du secteur des industries
84 alimentaires, la diversité de l'offre et les attentes et préférences des consommateurs, ont conduit
85 les industriels à innover sans cesse par des formulations de plus en plus complexes. En parallèle,
86 les années 1980 ont vu le développement du secteur des Produits Alimentaires Intermédiaires
87 (PAI), permettant d'obtenir des produits aux qualités constantes (5). En effet, les matières
88 premières agricoles sont par définition variables. Au-delà des rendements et des variétés, leurs
89 compositions sont affectées par les territoires de production (sol, climat), les saisons, les
90 systèmes de cultures et les itinéraires techniques. Dans un modèle de production et de
91 consommation de masse, les industriels, pour répondre aux attentes des consommateurs, visent

92 une qualité constante de leur produit qui passe par une standardisation nécessaire des procédés
93 et des matières premières mises en œuvre (6). Pour assurer cette maîtrise de la qualité des
94 produits finis, les industries alimentaires se sont tournées vers une logique d'assemblage
95 reposant sur le fractionnement des matières agricoles de façon à extraire, séparer, concentrer,
96 modifier ou synthétiser des composés avec des fonctionnalités spécifiques (texturants,
97 émulsifiant, stabilisant, colorants, antioxydants, acidifiants, stabilisants ...). Cette logique
98 d'assemblage évite de devoir adapter les opérations de transformation à la variabilité des
99 matières premières, ce qui est difficilement compatible avec de nombreux systèmes de
100 production industriels. Ainsi, l'industrie des PAI s'est développée en proposant aux industries
101 alimentaires, des ingrédients fonctionnels, des additifs, ou encore des auxiliaires
102 technologiques, dont le but est de pouvoir assurer une régularité des propriétés souhaitées
103 malgré la variabilité des matières premières agricoles (7).

104

105 *Des modes de vie qui conduisent à des consommations de plus en plus importantes de* 106 *produits transformés préparés industriellement*

107 Le temps de préparation des repas n'a cessé de diminuer au cours des dernières décennies. La
108 participation des femmes au marché du travail, les évolutions des arbitrages entre temps passé
109 au travail, aux loisirs et aux tâches ménagères expliquent cette diminution (8). La place des
110 aliments transformés industriels dans le régime alimentaire des français (9), et plus largement
111 dans les pays industrialisés (10), n'a cessé de croître ces dernières décennies. Par exemple en
112 France, les aliments transformés industriels représentent 50% en masse des régimes des adultes
113 et 70% de celui des enfants (figure 2). Leurs facilités d'emploi et leurs prix (rapportés aux
114 calories) généralement inférieurs à ceux des produits frais peuvent expliquer pour partie les
115 choix et préférences des consommateurs pour ce type de produits (11) (12). Ces aliments
116 industriels, contribuent fortement à nos apports en nutriments et micronutriments (13).

117

118 *L'impact des transformations sur les qualités des aliments*

119 Au-delà des propriétés désirables et bénéfiques des transformations alimentaires (conservation,
120 digestibilité, biodisponibilité, palatabilité...), des modifications non souhaitées peuvent être
121 générées au cours des transformations. C'est par exemple la perte de vitamines ou de
122 micronutriments au cours du stockage et au cours de la cuisson des fruits et légumes (14), ou la
123 production de composés néoformés tels que l'acrylamide ou le furane dans des produits
124 contenant de l'amidon et chauffés à haute température (15), ou encore la présence de

125 contaminants provenant des emballages dans lesquels sont conservés les matières premières
126 avant transformation ou les aliments transformés (bisphénols, phtalates...) (16). Par ailleurs,
127 l'usage de certains additifs dans de nombreuses formulations d'aliments industriels, comme par
128 exemple le dioxyde de titane (colorant qui n'est plus autorisé dans les denrées alimentaires
129 depuis début 2022 en Europe), les nitrites (conservateur) ou la carboxymethylcellulose (agent
130 de texture non autorisé en alimentation infantile) est questionné, car ces additifs pourraient avoir
131 des effets sur la santé (17) (18).

132 Malgré une recherche active sur ces questions, de nombreux aspects de ces effets non
133 intentionnels et potentiellement défavorables des transformations alimentaires restent encore
134 mal connus, notamment ceux liés à la co-occurrence dans un même aliment de différentes
135 technologies et/ou de PAI et /ou de contaminants.

136

137 Ainsi, l'évolution des modes de transformation, la part importante des aliments transformés
138 dans l'alimentation, la compréhension encore imparfaite de l'impact de certains composés et/ou
139 structures induites par les formulations et les procédés de transformation ont naturellement fait
140 émerger le besoin de classer les aliments selon leur niveau de transformation, afin d'évaluer
141 l'impact des consommations des produits transformés sur la qualité de l'alimentation et sur la
142 santé.

143

144 **Les systèmes de classification des aliments selon les niveaux de** 145 **transformation**

146 Prendre en compte la transformation des aliments pour étudier son impact sur la qualité des
147 régimes et observer les effets santé est une démarche relativement récente qui semble compléter
148 les approches basées sur la composition nutritionnelle en posant de nouvelles questions.

149 Sur la base d'une analyse de la littérature, neuf systèmes de classification des aliments selon
150 leur niveau de transformation ont été proposés (tableau 1).

151

152 *Les différents systèmes (tableau 1)*

153 **NIPH** : L'Institut National de Santé Publique du Mexique (NIPH) a proposé en 2007 le premier
154 système de classification (19).

155 Ce système considère les pratiques culturelles et sociales pour distinguer les niveaux de
156 transformation des aliments. Il différencie d'une part, les aliments produits artisanalement, à
157 petites échelles ou à domicile, des aliments industriels et d'autre part, les aliments traditionnels,

158 des aliments « modernes », définis comme des aliments non-présents initialement dans les
159 habitudes alimentaires mexicaines. Les technologies sont très peu décrites dans ce système, tout
160 comme la prise en compte de la formulation via l'ajout d'ingrédients fonctionnels ou d'additifs.

161
162 **IARC-EPIC** : En Europe, un système de classification a été développé en 2009 par des
163 chercheurs du Centre International de Recherche sur le Cancer (IARC - CIRC) à l'aide d'une
164 méthodologie conçue pour l'étude EPIC (European Prospective Investigation into Cancer and
165 Nutrition) (13). Ce système avait pour objectif de différencier les aliments industriels très
166 transformés, des aliments modérément et non transformés. La définition des trois groupes a été
167 réalisée avec l'appui d'un scientifique du domaine des sciences alimentaires. Pour chaque
168 catégorie, des exemples d'opérations unitaires et d'aliments sont mentionnés. L'intensité du
169 traitement subi par la matière première guide les règles de répartition entre les trois groupes
170 d'aliments mais elle reste confondue avec la notion du lieu de préparation de l'aliment. Enfin,
171 la formulation via l'utilisation d'ingrédients industriels est mentionnée pour le groupe des
172 aliments hautement transformés, mais reste peu précise dans ce système de classification.

173
174 **NOVA** : Le système NOVA est de loin le plus utilisé (20). Dans sa version actuelle, il propose
175 de regrouper les aliments en quatre catégories (21). Les aliments peu ou non transformés
176 (NOVA1), les ingrédients culinaires (NOVA2), les aliments transformés (NOVA3), et les
177 aliments ultra-transformés (NOVA4). Chaque groupe est décrit en se basant à la fois sur les
178 modes d'obtention des aliments, mais aussi sur leur formulation via le nombre d'ingrédients
179 ainsi que le type et la fonction des ingrédients utilisés. La façon dont les procédés modifient les
180 propriétés initiales de la matière première est annoncée comme règle de répartition entre les 4
181 groupes NOVA. Toutefois, l'opposition entre procédés traditionnels et procédés industriels est
182 également prise en compte, conduisant parfois à certaines incohérences. Par exemple, les
183 fermentations non-alcooliques (qui incluent les fermentations lactiques) se trouvent à la fois
184 décrites dans les catégories NOVA1 et NOVA3. La torréfaction du café, procédé traditionnel,
185 qui utilise des températures élevées et génère de nombreux composés néoformés, dont certains
186 reconnus comme délétères identifiés pour la santé tels que le furane ou l'acrylamide (22), est
187 donnée comme exemple de procédé de la catégorie des aliments non ou peu transformés
188 (NOVA1). Par ailleurs la catégorie NOVA4 s'appuie sur la présence d'ingrédients ou additifs
189 typiquement utilisés dans un cadre industriel, dont les fonctions sont souvent liées aux
190 caractéristiques sensorielles, comme la texture ou l'arôme par exemple. Cette définition

191 implique de disposer de la liste des ingrédients, telle que mentionnée sur l'emballage d'un
192 aliment, afin de pouvoir attribuer un aliment à un groupe NOVA.

193

194 **IFPRI** : En 2011, au Guatemala, un système de classification des aliments développé par
195 l'IFPRI (International Food Policy Research Institute) a été proposé afin d'examiner la
196 contribution des produits alimentaires transformés à l'offre alimentaire des pays à faible revenu
197 (23). Ce système a été appliqué à un nombre réduit d'aliment (liste de 94 aliments génériques)
198 et propose leur répartition en trois groupes : les aliments non transformés, les aliments
199 transformés primaires et les aliments hautement transformés. Cette dernière catégorie regroupe
200 des aliments élaborés et pouvant être consommés sans préparation ou avec un simple
201 réchauffage. La praticité ainsi que la notion de première et deuxième transformation sont donc
202 des critères qui ont permis de définir le niveau de transformation dans le système IFPRI.

203

204 **IFIC** : L'IFIC (Food Information Council Foundation) a proposé un système de classification
205 des aliments selon leur niveau de transformation afin de déterminer la contribution des aliments
206 transformés aux apports en nutriments (24,25).

207 Ce système propose de répartir les aliments en cinq groupes sur la base des objectifs des
208 transformations appliquées (amélioration de la conservation, des qualités nutritionnelles, des
209 qualités sensorielles, et/ou des qualités d'usage) et du lieu où celles-ci ont été réalisées.

210 Les auteurs mentionnent la difficulté d'appliquer le système de classification aux aliments pour
211 lesquels les informations nécessaires sont absentes. C'est en particulier le cas pour les aliments
212 provenant de la restauration hors foyer (comme les restaurants ou les cantines par exemple).

213

214 **USP** : Une variante du système NOVA a été également proposée par des chercheurs de
215 l'Université de Sao Paulo (USP), afin d'évaluer le rôle des aliments ultra-transformés dans
216 l'apport en micronutriments (26). Le nombre d'ingrédients, le lieu de transformation et la
217 présence d'ingrédients industriels ainsi que d'additifs, sont des critères utilisés pour répartir les
218 aliments dans les trois groupes : aliments non, peu ou modérément transformés, aliments
219 transformés, aliments ultra-transformés.

220

221 **FSANZ** : Les normes alimentaires d'Australie et Nouvelle-Zélande (27) ont défini par catégorie
222 d'aliments les transformations appliquées et proposent un système permettant de définir deux
223 groupes : les aliments non-transformés et les aliments transformés. Ce dernier groupe comprend
224 des aliments ayant subi des modifications substantielles par rapport à la matière première mise

225 en œuvre. Sur la base de 135 aliments de la base de données Euromonitor, ce système définit
226 67% des aliments comme étant transformés et 33% non-transformés, mais avec toutefois des
227 discordances dans les affectations pour un grand nombre d'aliments (28).

228

229 **UNC** : Comme le système NOVA, le système proposé par l'université de Caroline du Nord
230 (UNC) s'appuie sur des règles prenant en compte les modifications physiques, chimiques ou
231 biologiques induites par les transformations ainsi que les objectifs de ces dernières (29). Un
232 plus grand niveau de détail, ainsi qu'une déclinaison par catégorie d'aliment permettent une
233 description plus précise des critères de ce système, par comparaison au système NOVA.

234 Quatre niveaux sont proposés : aliments non transformés ou très peu transformés, aliments peu
235 transformés (niveau basique), aliments modérément transformés, aliments hautement
236 transformés. Ces niveaux sont ensuite subdivisés conduisant à 7 groupes différents. La
237 formulation des aliments via le nombre d'ingrédients et l'ajout d'additifs ou d'ingrédients
238 industriels sont des critères également choisis pour identifier les différents niveaux.

239

240 **SIGA** : Le système SIGA a été proposé, contrairement aux autres systèmes, non pas pour
241 caractériser le niveau de transformation des aliments ou des régimes en lien avec des questions
242 de santé, mais comme système d'aide à la conception d'aliments pour les industriels d'une part,
243 et pour éclairer les choix des consommateurs d'autre part. Il a été développé par une société
244 privée et est basé sur un modèle d'affaire incluant des accès payants à l'utilisation de ce système
245 de classification. Présenté dans un premier article en 2018, il propose, en partant de la
246 classification NOVA, de mieux prendre en compte la nature, la quantité, la fonction et le degré
247 de transformation de chaque ingrédient et/ou des additifs entrant dans la formulation des
248 aliments, ainsi que les niveaux de perte de la structure et de la composition (effet « matrice »)
249 de la matière agricole brute mise en œuvre (30) (31). Le système SIGA s'appuie sur la
250 caractérisation des ingrédients industriels appelés « marqueurs d'ultra- transformation » (MUT)
251 sur la base de connaissances techniques et réglementaires qui semblent sensiblement différentes
252 de celles proposées dans le système NOVA et qui mériteraient d'être précisées. Les MUTs
253 identifiés comme les plus utilisés dans le groupe des aliments ultra-transformés, sont les huiles
254 raffinées, les arômes naturels, les sucres hydrolysés, les arômes de synthèse et les amidons (31).
255 Par ailleurs, ce système intègre également les teneurs en sel, sucre et matière grasse des aliments
256 en utilisant les seuils nutritionnels moyens proposés par la FSA (Food Standards Agency (UK))
257 et en divisant les groupes en sous catégories en fonction de leur niveau (au-dessus ou en-

258 dessous) de ces seuils. Il propose également de prendre en compte les risques d'exposition à
259 certains additifs sur la base des travaux de l'ANSES, de l'EFSA ou de l'OMS.

260

261 *La complexité et la robustesse des différents systèmes*

262 Ces différents systèmes ont tous en commun l'intégration de différentes dimensions pour
263 proposer une classification en fonction du niveau de transformation des aliments. Ces
264 différentes dimensions ont été répertoriées dans la publication de Sadler et collaborateurs (32).
265 Il s'agit i) de l'ampleur des changements par rapport à l'état initial naturel de la matière agricole
266 ; ii) de la nature de la transformation (propriétés intrinsèques ou ajout d'ingrédients) ; iii) du
267 lieu où a été réalisée la transformation et enfin iv) de l'objectif de la transformation (figure 3).
268 Les neuf systèmes décrits ci-dessus ne considèrent pas tous, l'ensemble de ces dimensions et/ou
269 le font souvent de manière incomplète.

270 Plusieurs publications ont largement critiqué ces systèmes de classification et plus
271 particulièrement le système NOVA (33) (34). Du point de vue des sciences alimentaires, le
272 niveau de transformation devrait être défini par rapport à l'énergie thermo-mécanique transmise
273 à la matière première agricole par les différentes opérations unitaires, or ce concept n'est que
274 peu présent et non quantifié dans les systèmes proposés. Pourtant, l'énergie mise en œuvre par
275 exemple pour disperser la matière grasse dans un système, impacte la structure du produit mais
276 aussi les cinétiques de digestion et la lipémie postprandiale (35). L'intensité des traitements
277 thermiques ainsi que l'opération d'homogénéisation de la matière grasse ont été considérées,
278 afin de classer les produits laitiers selon leur niveau de transformation (36). L'application de ce
279 système développé pour la seule catégorie des produits laitiers, montre que l'intensité des
280 traitements thermiques et de l'homogénéisation dans les produits laitiers consommés par les
281 enfants finlandais seraient plus forts dans les produits destinés aux enfants de 6 mois que dans
282 ceux destinés aux enfants de trois ans. Par ailleurs, les systèmes de classification des aliments
283 européens LanguaTM, puis FoodEx2 intègrent des données sur les transformations des
284 aliments, certes très partielles, mais qui ne sont reprises dans aucun des systèmes proposés (37)
285 (38). Par exemple, la classification FoodEx2 indique pour chaque aliment s'il s'agit d'un
286 aliment brut (r), d'un aliment dérivé d'un produit brut (d), d'un aliment composite simple (s)
287 ou d'un aliment composite complexe (c) (38). LanguaTM propose une description plus détaillée
288 des transformations telles que l'intensité du traitement thermique, les méthodes de cuisson ou
289 de conservation et même les matériaux en contact (37)

290

291 En outre, même si le système SIGA propose des éléments quantitatifs, aucun système n'est basé
292 sur un algorithme applicable par tous, sans risque de mauvaises interprétations des règles selon
293 les utilisateurs. En effet, tous les systèmes sont basés sur des règles empiriques et sur des
294 exemples qui ne sont pas toujours faciles à appliquer ou interpréter. Plusieurs études font par
295 exemple mention de la difficulté d'appliquer le système NOVA, pourtant le plus utilisé (39)
296 (40) (41). Les informations nécessaires pour permettre d'appliquer la méthodologie NOVA
297 (mais également celle des autres systèmes) ne sont pas toujours disponibles, en particulier si les
298 informations sur les aliments sont issues d'un questionnaire d'enquête alimentaire. Bien que
299 certains questionnaires cherchent à recueillir des données précises sur les aliments consommés
300 comme par exemple les données de NutrinetSanté (42), la majorité d'entre eux n'intègre pas
301 suffisamment de détail (43).

302

303 Quelques rares travaux se sont intéressés à évaluer la robustesse de ces différents systèmes (44)
304 (45). Il a été montré dans un travail récent que les critères actuels du système NOVA ne
305 permettent pas pour des aliments génériques, comme pour des aliments du commerce dont on
306 connaît la liste des ingrédients, de les affecter de manière non ambiguë à un groupe NOVA
307 donné (45). La cohérence des affectations entre les professionnels qui ont réalisé les attributions
308 des aliments aux différents groupes NOVA était faible, mais de façon différentielle selon les
309 catégories d'aliments. Pour les aliments du commerce un faible niveau d'accord a été observé
310 en particulier pour les produits laitiers frais et les produits de panification.

311

312 *La comparaison des différents systèmes de classification des aliments selon leur niveau de* 313 *transformation*

314 Certains travaux se sont intéressés à comparer ces différents systèmes. Martinez-Perez et
315 collaborateurs ont comparé la concordance de différents systèmes de classifications (NOVA,
316 IARC, IFIC et UNC) vis-à-vis de la consommation d'aliments ultra-transformés et de leurs
317 impacts sur les maladies cardio-vasculaires (46). La consommation en aliments ultra-
318 transformés était la plus élevée avec la classification du IARC (45,9%) et la plus faible avec
319 NOVA (7,9%). Les sujets ayant une consommation élevée en aliments ultra-transformés
320 présentaient un profil alimentaire médiocre quelle que soit le système utilisé. Ce résultat peut
321 être pour partie expliqué par des recouvrements entre la classification NOVA et les scores
322 nutritionnels qui ont pu être identifiés (47). Cette différence de consommation d'aliments ultra-
323 transformés en fonction du système utilisé a été mis en avant également dans un travail qui a
324 comparé les systèmes NOVA, UNC, IFPRI, IFIC et IARC, et qui a montré sur une même base

325 de données d'aliments, que la contribution des aliments au groupe ultra ou hautement
326 transformés était comprise entre 10,2 et 47,4 % selon le système utilisé (48). Les groupes
327 d'aliments qui ont montré le plus de discordance étaient les boissons alcoolisées, les produits
328 laitiers et les produits céréaliers.

329 La comparaison des systèmes a également permis de mettre en évidence des différences de
330 corrélations entre le risque de pathologie et la consommation d'aliments ultra-transformés,
331 selon le système de classification utilisé pour déterminer l'exposition aux aliments ultra-
332 transformés. Par exemple, on observe une association avec l'indice de masse corporelle et la
333 consommation d'aliments ultra-transformés lorsque ceux-ci sont déterminés avec NOVA, mais
334 pas quand ils le sont avec les systèmes IFIC, IARC ou UNC. Inversement, une corrélation existe
335 entre le risque d'hypertension artérielle et la consommation d'aliments ultra-transformés,
336 évaluée avec le système UNC, mais pas avec NOVA, IARC ou IFIC (46). L'association entre
337 la consommation d'aliments ultra-transformés et les marqueurs du risque cardio-métabolique
338 semble donc dépendre de la méthode utilisée pour définir les aliments ultra-transformés.

339

340 **Conclusions et perspectives**

341 Partant du constat répété dans la littérature, d'associations entre la consommation de produits
342 ultra-transformés et la santé (49), l'objectif de cette revue était de présenter et de discuter les
343 différents systèmes de classification des aliments selon leur niveau de transformation. Neuf
344 systèmes ont été identifiés et présentés. Parmi ces systèmes, NOVA est le plus utilisé dans la
345 littérature scientifique, mais il s'agit d'un système complexe d'utilisation qui manque de
346 robustesse. La comparaison de ces systèmes entre eux, même si les travaux restent peu
347 nombreux, conduit à un constat similaire quant à la complexité de leur mise en œuvre et à la
348 variabilité des conclusions qui peuvent en découler. La simplicité apparente de ces systèmes est
349 donc trompeuse. Les dimensions considérées, pour prendre en compte le niveau de
350 transformation des aliments sont nombreuses et différentes selon les systèmes considérés.
351 NOVA, UNC et SIGA s'accordent pour associer le niveau de transformation des aliments à
352 l'ajout d'ingrédients industriels et d'additifs issus du fractionnement des matières premières
353 agricoles et de synthèses chimiques. Toutefois, la définition de ces ingrédients et leurs fonctions
354 technologiques et/ou nutritionnelles mériteraient d'être harmonisées. De nombreuses études et
355 méta-analyses s'accordent sur l'urgence de conduire des travaux pour remédier à l'absence de
356 méthodes standardisées de catégorisation des aliments selon leur niveau de transformation (50).

357

358 De nombreux pays dont la France, utilise le terme « aliment ultra-transformé » dans leurs
359 recommandations nutritionnelles. Santé Publique France recommande ainsi de limiter la
360 consommation d'aliments ultra-transformés (51). Pourtant si la littérature est abondante pour
361 montrer les effets néfastes d'une consommation excessive de ce type d'aliments sur la santé, la
362 définition même de ce groupe d'aliments reste encore imprécise comme le montre les différents
363 systèmes développés, ce qui rend difficile leur identification. Disposer d'un système robuste,
364 utilisable par tous sans ambiguïté est aujourd'hui une priorité. Il est à la fois indispensable
365 d'éclairer le consommateur dans ses choix, mais il est important de ne pas introduire de
366 cacophonie avec les autres indicateurs, comme le NutriScore. Pour ce dernier, comme pour la
367 majorité des travaux sur les profils nutritionnels, un travail approfondi et de nombreuses étapes
368 de développement et de validation ont été réalisées. Un même processus serait nécessaire pour
369 le développement d'un système de classification des aliments selon leur niveau de
370 transformation.

371 Afin d'aider les industriels à concevoir des aliments plus sains et plus durables, il est également
372 nécessaire de mieux comprendre les liens observés entre aliments ultra-transformés et santé.
373 Les futurs travaux à conduire doivent s'appuyer sur les différentes hypothèses aujourd'hui
374 mises en avant pour expliquer les liens entre la consommation d'aliments ultra-transformés et
375 la santé (49). Les effets de structure et matrice, la présence de composés néoformés, d'additifs
376 ou d'ingrédients industriels, de contaminants (pesticides ou matériaux au contact), la
377 modification de la complexité et de la diversité du microbiote de l'aliment, tout comme les
378 comportements des consommateurs vis-à-vis de ces produits (processus oral, praticité...)
379 doivent être explorés de façon plus systémique et intégrative. Un travail supplémentaire est en
380 particulier nécessaire pour clarifier et mieux quantifier la notion d'ajout d'ingrédients
381 industriels (additifs, ingrédients fonctionnels avec des fonctions technologiques et/ou
382 nutritionnelles, voire d'auxiliaires technologiques). Les différents systèmes s'appuient sur ces
383 ajouts sans définir clairement les ingrédients et les fonctions, ou en proposant des choix qui
384 restent empiriques, et souvent critiques vis-à-vis de ces ajouts. Pourtant, utiliser des ingrédients
385 provenant de co-produits issus des matières premières agricoles est indispensable pour une
386 économie circulaire et des systèmes bioéconomiques plus durables et contribue également à la
387 santé des agro-écosystèmes et donc à la santé de l'Homme (52). Il faut donc analyser finement
388 les différentes questions et leurs interrelations, de façon à raisonner globalement la conception
389 d'aliments à la fois plus sains et plus durables.

390

391

392 **Références bibliographiques**

- 393 1. Parada J, Aguilera J m. Food Microstructure Affects the Bioavailability of Several
394 Nutrients. *J Food Sci.* 2007;72(2):R21–32.
- 395 2. Dupont D, Le Feunteun S, Marze S, Souchon I. Structuring food to control its
396 disintegration in the gastrointestinal tract and optimize nutrient bioavailability. *Innov*
397 *Food Sci Emerg Technol.* 2018 Apr;46:83–90.
- 398 3. Knorr D, Watzke H. Food Processing at a Crossroad. *Front Nutr.* 2019 Jun 25;6:85.
- 399 4. van Boekel M, Fogliano V, Pellegrini N, Stanton C, Scholz G, Lalljie S, et al. A review
400 on the beneficial aspects of food processing. *Mol Nutr Food Res.* 2010 Sep;54(9):1215–
401 47.
- 402 5. Nicolas F, Hy M. Apprentissage technologique et innovation en agro-alimentaire.
403 *Économie Rurale.* 2000;257(1):27–41.
- 404 6. Rastoin JL. Les multinationales dans le système alimentaire. *Rev Proj.* 2008;n °
405 307(6):61–9.
- 406 7. Esnouf C, Russel M, Bricas N. duALIne-durabilité de l'alimentation face à de nouveaux
407 enjeux. Questions à la recherche. In: Rapport Inra-Cirad (France). 2011.
- 408 8. Etilé F, Plessz M. Women's employment and the decline of home cooking: Evidence
409 from France, 1985–2010. *Rev Econ Househ.* 2018 Dec 1;16(4):939–70.
- 410 9. INCA 3 : Étude individuelle nationale des consommations alimentaires 3. ANSES; 2017.
- 411 10. Marino M, Puppo F, Del Bo' C, Vinelli V, Riso P, Porrini M, et al. A Systematic
412 Review of Worldwide Consumption of Ultra-Processed Foods: Findings and Criticisms.
413 *Nutrients.* 2021 Aug 13;13(8):2778.
- 414 11. Gupta S, Hawk T, Aggarwal A, Drewnowski A. Characterizing Ultra-Processed Foods
415 by Energy Density, Nutrient Density, and Cost. *Front Nutr.* 2019;6:70.
- 416 12. Tharrey M, Drogué S, Privet L, Perignon M, Dubois C, Darmon N. Industrially
417 processed v. home-prepared dishes: what economic benefit for the consumer? *Public*
418 *Health Nutr.* 2020 Aug;23(11):1982–90.
- 419 13. Slimani N, Deharveng G, Southgate D, Biessy C, Chaje V, Bakel M van, et al.
420 Contribution of highly industrially processed foods to the nutrient intakes and patterns of
421 middle-aged populations in the European Prospective Investigation into Cancer and
422 Nutrition study. *Eur J Clin Nutr.* 2009;63:206–25.
- 423 14. Miglio C, Chiavaro E, Visconti A, Fogliano V, Pellegrini N. Effects of Different
424 Cooking Methods on Nutritional and Physicochemical Characteristics of Selected
425 Vegetables. *J Agric Food Chem.* 2008 Jan 1;56(1):139–47.
- 426 15. Koszucka A, Nowak A. Thermal processing food-related toxicants: a review. *Crit Rev*
427 *Food Sci Nutr.* 2019 Dec 16;59(22):3579–96.

- 428 16. Buckley JP, Kim H, Wong E, Rebholz CM. Ultra-processed food consumption and
429 exposure to phthalates and bisphenols in the US National Health and Nutrition
430 Examination Survey, 2013–2014. *Environ Int.* 2019 Oct 1;131:105057.
- 431 17. Chazelas E, Pierre F, Druésne-Pecollo N, Esseddik Y, Szabo de Edelenyi F, Agaesse C,
432 et al. Nitrites and nitrates from food additives and natural sources and cancer risk: results
433 from the NutriNet-Santé cohort. *Int J Epidemiol.* 2022 Mar 18;dyac046.
- 434 18. Viennois E, Chassaing B. First victim, later aggressor: How the intestinal microbiota
435 drives the pro-inflammatory effects of dietary emulsifiers? *Gut Microbes.* 2018 May
436 4;9(3):289–91.
- 437 19. González-Castell D, González-Cossío T, Barquera S, Rivera JA. Alimentos
438 industrializados en la dieta de los preescolares mexicanos. *Salud Pública México.* 2007
439 Oct;49:345–56.
- 440 20. Chen X, Zhang Z, Yang H, Qiu P, Wang H, Wang F, et al. Consumption of ultra-
441 processed foods and health outcomes: a systematic review of epidemiological studies.
442 *Nutr J.* 2020 Dec;19(1):86.
- 443 21. Monteiro CA, Cannon G, Levy R, Moubarac JC, Jaime P, Martins AP, et al. Food
444 classification. *Public health.* 2016;7(1):28–38.
- 445 22. Rattanarat P, Chindapan N, Devahastin S. Comparative evaluation of acrylamide and
446 polycyclic aromatic hydrocarbons contents in Robusta coffee beans roasted by hot air
447 and superheated steam. *Food Chem.* 2021 Mar;341:128266.
- 448 23. Asfaw A. Does consumption of processed foods explain disparities in the body weight of
449 individuals? The case of Guatemala. *Health Econ.* 2011 Feb;20(2):184–95.
- 450 24. Eicher-Miller HA, Fulgoni VL, Keast DR. Contributions of Processed Foods to Dietary
451 Intake in the US from 2003–2008: A Report of the Food and Nutrition Science Solutions
452 Joint Task Force of the Academy of Nutrition and Dietetics, American Society for
453 Nutrition, Institute of Food Technologists, and International Food Information Council. *J*
454 *Nutr.* 2012 Nov 1;142(11):2065S-2072S.
- 455 25. Eicher-Miller HA, Fulgoni VL, Keast DR. Processed Food Contributions to Energy and
456 Nutrient Intake Differ among US Children by Race/Ethnicity. *Nutrients.* 2015
457 Dec;7(12):10076–88.
- 458 26. Louzada ML da C, Martins APB, Canella DS, Baraldi LG, Levy RB, Claro RM, et al.
459 Impact of ultra-processed foods on micronutrient content in the Brazilian diet. *Rev*
460 *Saúde Pública.* 2015;49(0):1–8.
- 461 27. Primary Production and Processing (PPP) Standards (Chapter 4) [Internet]. [cited 2022
462 Mar 20]. Available from:
463 [https://www.foodstandards.gov.au/foodsafety/standards/Pages/Primary-Production-and-
464 Processing-\(PPP\)-Standards-\(Chapter-4\).aspx](https://www.foodstandards.gov.au/foodsafety/standards/Pages/Primary-Production-and-Processing-(PPP)-Standards-(Chapter-4).aspx)
- 465 28. Crino M, Barakat T, Trevena H, Neal B. Systematic Review and Comparison of
466 Classification Frameworks Describing the Degree of Food Processing. *Nutr Food*

- 467 Technol Open Access [Internet]. 2017 [cited 2020 May 26];3(1). Available from:
468 <https://sciforschenonline.org/journals/nutrition-food/NFTOA-3-138.php>
- 469 29. Poti JM, Mendez MA, Ng SW, Popkin BM. Is the degree of food processing and
470 convenience linked with the nutritional quality of foods purchased by US households?
471 *Am J Clin Nutr.* 2015 Jun 1;101(6):1251–62.
- 472 30. Fardet A. Characterization of the Degree of Food Processing in Relation With Its Health
473 Potential and Effects. In: *Advances in Food and Nutrition Research* [Internet]. Elsevier;
474 2018. p. 79–129. Available from:
475 <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S104345261830007X>
- 476 31. Davidou S, Christodoulou A, Frank K, Fardet A. A study of ultra-processing marker
477 profiles in 22,028 packaged ultra-processed foods using the Siga classification. *J Food*
478 *Compos Anal.* 2021 Jun 1;99:103848.
- 479 32. Sadler CR, Grassby T, Hart K, Raats M, Sokolović M, Timotijevic L. Processed food
480 classification: Conceptualisation and challenges. *Trends Food Sci Technol.* 2021 Jun
481 1;112:149–62.
- 482 33. Petrus RR. The NOVA classification system: A critical perspective in food science.
483 *Trends Food Sci Technol.* 2021;116:603–8.
- 484 34. Gibney MJ, Forde CG, Mullally D, Gibney ER. Ultra-processed foods in human health:
485 a critical appraisal. *Am J Clin Nutr.* 2017;106:717–24.
- 486 35. Vors C, Pineau G, Gabert L, Drai J, Louche-Pélissier C, Defoort C, et al. Modulating
487 absorption and postprandial handling of dietary fatty acids by structuring fat in the meal:
488 a randomized crossover clinical trial. *Am J Clin Nutr.* 2013 Jan 1;97(1):23–36.
- 489 36. Koivusaari K, Niinistö S, Takkinen HM, Åkerlund M, Korhonen T, Ahonen S, et al. A
490 novel processing-based classification and conventional food grouping to estimate milk
491 product consumption in Finnish children. *Int Dairy J.* 2018 Nov 1;86:96–102.
- 492 37. Ireland JD, Møller A. LanguaL Food Description: a Learning Process. *Eur J Clin Nutr.*
493 2010 Nov;64(S3):S44–8.
- 494 38. Authority (EFSA) EFS. The food classification and description system FoodEx 2
495 (revision 2). *EFSA Support Publ.* 2015;12(5):804E.
- 496 39. Adams J, White M. Characterisation of UK diets according to degree of food processing
497 and associations with socio-demographics and obesity: cross-sectional analysis of UK
498 National Diet and Nutrition Survey (2008–12). *Int J Behav Nutr Phys Act* [Internet].
499 2015 Dec [cited 2019 Jan 6];12(1). Available from:
500 <http://www.ijbnpa.org/content/12/1/160>
- 501 40. Forde CG, Mars M, de Graaf K. Ultra-Processing or Oral Processing? A Role for Energy
502 Density and Eating Rate in Moderating Energy Intake from Processed Foods. *Curr Dev*
503 *Nutr* [Internet]. 2020 Feb 10 [cited 2020 Jun 19];4(3). Available from:
504 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7042610/>

- 505 41. Labonté MÈ, Poon T, Mulligan C, Bernstein JT, Franco-Arellano B, L'Abbé MR.
506 Comparison of global nutrient profiling systems for restricting the commercial
507 marketing of foods and beverages of low nutritional quality to children in Canada. *Am J*
508 *Clin Nutr.* 2017 Dec 1;106(6):1471–81.
- 509 42. Julia C, Martinez L, Allès B, Touvier M, Hercberg S, Méjean C, et al. Contribution of
510 ultra-processed foods in the diet of adults from the French NutriNet-Santé study. *Public*
511 *Health Nutr.* 2018 Jan;21(01):27–37.
- 512 43. Rico-Campà A, Martínez-González MA, Alvarez-Alvarez I, Mendonça R de D, Fuente-
513 Arrillaga C de la, Gómez-Donoso C, et al. Association between consumption of ultra-
514 processed foods and all cause mortality: SUN prospective cohort study. *BMJ.* 2019 May
515 29;365:11949.
- 516 44. Bleiweiss-Sande R, Chui K, Evans EW, Goldberg J, Amin S, Satchek J. Robustness of
517 Food Processing Classification Systems. *Nutrients.* 2019 Jun 14;11(6):1344.
- 518 45. Braesco V, Souchon I, Sauvant P, Haurogné T, Maillot M, Féart C, et al. Ultra-processed
519 foods:how functionalistheNOVA system? *European Journal of Clinical Nutrition.*
520 2022;sous presse.
- 521 46. Martinez-Perez C, San-Cristobal R, Guallar-Castillon P, Martínez-González MÁ, Salas-
522 Salvadó J, Corella D, et al. Use of Different Food Classification Systems to Assess the
523 Association between Ultra-Processed Food Consumption and Cardiometabolic Health in
524 an Elderly Population with Metabolic Syndrome (PREDIMED-Plus Cohort). *Nutrients.*
525 2021 Jul 20;13(7):2471.
- 526 47. Drewnowski A, Gupta S, Darmon N. An Overlap Between “Ultraprocessed” Foods and
527 the Preexisting Nutrient Rich Foods Index? *Nutr Today.* 2020 Apr;55(2):75–81.
- 528 48. de Araújo TP, de Moraes MM, Afonso C, Santos C, Rodrigues SSP. Food Processing:
529 Comparison of Different Food Classification Systems. *Nutrients.* 2022 Feb 9;14(4):729.
- 530 49. Debras C, Srour B, Chazelas E, Julia C, Kesse-Guyot E, Allès B, et al. Aliments ultra-
531 transformés, maladies chroniques, et mortalité : résultats de la cohorte prospective
532 NutriNet-Santé. *Cah Nutr Diététique [Internet].* 2021 Oct 5 [cited 2022 Mar 21];
533 Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0007996021001334>
- 534 50. Taneri PE, Wehrli F, Roa Diaz ZM, Itodo OA, Salvador D, Raeisi-Dehkordi H, et al.
535 Association Between Ultra-Processed Food Intake and All-Cause Mortality: A
536 Systematic Review and Meta-Analysis. *Am J Epidemiol.* 2022 Mar 1;kwac039.
- 537 51. Recommandations relatives à l'alimentation, à l'activité physique et à la sédentarité pour
538 les adultes / 2019 / Maladies chroniques et traumatismes / Rapports et synthèses /
539 Publications et outils / Accueil [Internet]. [cited 2019 Apr 16]. Available from:
540 <http://invs.santepubliquefrance.fr/Publications-et-outils/Rapports-et-syntheses/Maladies-chroniques-et-traumatismes/2019/Recommandations-relatives-a-l-alimentation-a-l-activite-physique-et-a-la-sedentarite-pour-les-adultes>
541
542
- 543 52. Capozzi F, Magkos F, Fava F, Milani GP, Agostoni C, Astrup A, et al. A
544 Multidisciplinary Perspective of Ultra-Processed Foods and Associated Food Processing

545 Technologies: A View of the Sustainable Road Ahead. *Nutrients*. 2021
546 Nov;13(11):3948.

547

548

549 **Liste des figures :**

550

551 **Figure 1 :** Les principales propriétés et services rendus par les transformations alimentaires

552

553 **Figure 2 :** Contribution massique des aliments à la diète des enfants et des adultes en France,
554 selon leur mode de préparation (artisanal, fait-maison ou industriel) – données INCA3, 2017
555 (9)

556

557 **Figure 3 :** Les différentes dimensions intégrées dans la conception des systèmes de
558 classification des aliments selon leur niveau de classification – d’après (32)

559

560 Conflit d’intérêt : Aucun

561 **Tableau 1** : Présentation des différents systèmes de classification des aliments selon les niveaux de transformation

Systèmes de Classification	Les différents groupes d'aliments (niveaux de transformation)	Description des groupes	Les exemples de technologies	Les exemples d'aliments
NIPH (National Institute of Public Health in Mexico) Gonzalez-Castell et al. 2007	Aliments non industrialisés - Non processés - Fabriqués localement et traditionnellement - Aliments traditionnels préparés hors domicile - Aliments modernes préparés hors domicile	Aliments produits artisanalement, à petites échelles ou à domicile. Aliments qui répondent aux besoins d'un petit groupe social sur un territoire donné	Les technologies ne sont pas décrites seule l'échelle de transformation est considérée	
	Aliments traditionnels industrialisés	Aliments industriels (prêts à cuisiner ou à cuire) qui fait partie du patrimoine culinaire Mexicain	Produits surgelés ou en conserves	Tacos, Tortillas
	Aliments modernes industrialisés	Aliments industriels (prêts à cuisiner ou à cuire) non ancrés dans le patrimoine de la cuisine Mexicaine	Produits surgelés ou en conserves	Hamburgers, pizzas, desserts lactés
IARC – EPIC Slimani et al., 2009	Aliments non transformés	Aliments bruts pouvant être consommés sans cuisson. Fruits et légumes frais	Lavage, parage, épluchage, râpage	Fruit entier, carottes râpées
	Aliments modérément transformés	- Aliments ne demandant pas de préparation autre qu'un réchauffage - Aliments cuisinés à domicile à partir de produits modérément transformés	Cuisson sous-vide, conditionnement en atmosphère contrôlé, congélation, légumes en conserves sans préparation, séchage graines	Conserves de légumes, compotes, frites maison, plats cuisinés à partir de viande ou poisson congelés
	Aliments hautement transformés	Aliments préparés industriellement préparées, y compris provenant de boulangeries et de points de restauration, et ne nécessitant aucune préparation domestique à l'exception d'un réchauffage	Description des procédés par catégories d'aliments (produits céréaliers : broyage intensif, extrusion, utilisation d'ingrédients industriels ; légumes : salage, fermentation, conserves avec sauce, séchage)	Riz blanc, conserves légumes ou pâtes avec sauce, céréales petits déjeuner, fruits au sirop, beurre de cacahuète, pain, biscuits

562

NOVA Monteiro et al., 2010 ; Monteiro et al., 2016	Aliments peu ou non transformés (NOVA 1)	Parties comestibles de plantes, d'animaux, de champignons ou d'algues tels qu'ils sont récoltés dans la nature. Ils peuvent subir des transformations physiques ou biologiques listées ci-contre afin d'accroître leurs durée de vie et /ou de contribuer à diversifier les préparations alimentaires.	Nettoyage et élimination des fractions non comestibles, broyage, séchage, fractionnement, filtration, torréfaction, maltage, congélation, réfrigération, pasteurisation, stérilisation, fermentation non-alcoolique, conditionnement sous-vide	Les viandes et poissons frais, les céréales (dont riz blanc) les œufs, le lait pasteurisé, les yaourts naturels, le café, les fruits frais, pressés, réfrigérés, congelés, séchés
	Ingrédients culinaires (NOVA 2)	Ingrédients servant à préparer, assaisonner et/ou cuire les aliments NOVA 1, afin d'élaborer des plats tels que les soupes, les salades, le pain... Ils sont obtenus à partir des aliments NOVA 1 par les procédés ci-contre. Ces ingrédients sont susceptibles de contenir des additifs dans le but de conserver les propriétés de l'aliment de base.	pressage, raffinage, broyage, meulage, séchage	le sucre, les huiles végétales, les beurres et graisses animales, le lard, les soupes, le vinaigre, le lait de noix de coco, la fécule de maïs, les amidons, le sirop d'érable et le miel
	Aliments transformés (NOVA 3)	Aliments relativement simples fabriqués en ajoutant du sucre, de l'huile, du sel ou d'autres ingrédients NOVA 2 à des aliments NOVA 1. La plupart des aliments transformés NOVA 3 contiennent deux ou trois. Les transformations ont pour objectifs d'augmenter la durée de vie et d'améliorer ou modifier les propriétés sensorielles des aliments NOVA 1.	Cuisson, fermentation alcoolique (bière, vin et cidre), fermentation non-alcoolique (pain et fromage), fumage, salage, mise en conserves	Légumes et fruits en conserve, noix et graines salées ou sucrées, viandes salées, saumurées ou fumées, poissons en conserve, fromages et pains frais non emballés, bière, vin, cidre
	Aliments ultra-transformés (NOVA 4)	Aliments ayant subi d'importants procédés de transformation (extrusion, prétraitement par friture, hydrolyse, chauffage à très haute température, etc.) et/ou dont la formulation contient certains additifs alimentaires non nécessaires à la sécurité sanitaire du produit (colorants, émulsifiants, édulcorants par exemple) ou certaines substances industrielles issues du fractionnement de matières premières végétales ou animales (ex. huiles hydrogénées, amidons modifiés, maltodextrine, gluten, caséines, protéines sériques...).	Procédés industriels qui ne sont pas utilisés à l'échelle domestique comme par exemple la cuisson-extrusion, le prétraitement pour la friture	Sodas, barres chocolatés, cordons bleus, nuggets de poisson ou de volaille, les plats préparés contenant des texturants ou des arômes

IFPRI (International Food Policy Research Institute in Guatemala) Asfaw, 2011	Aliments non transformés	Pas de description des aliments vis-à-vis de leur transformation mais une liste d'aliments est donnée (colonne à droite du tableau)	Pas de description des procédés	Fruits et légumes, grains et grains, Viande, poisson, œuf, lait et crème
	Aliments transformés (Transformation primaire)	Pas de description des aliments vis-à-vis de leur transformation mais une liste d'aliments est donnée (colonne à droite du tableau)	Pas de description des procédés	Produits à base de maïs, Farines, Produits laitiers (lait concentré, yaourts, fromages), matière grasse (beurre, huile), sucres, pains
	Aliments hautement transformés	Pas de description des aliments vis-à-vis de leur transformation mais une liste d'aliments est donnée (colonne à droite du tableau)	Pas de description des procédés	Pâtes, gâteaux, pâtisseries, crèmes glacées, bonbons, chocolats, plats préparés à base de légumes et/ou de viandes, sodas, compléments alimentaires
IFIC (International Food Information Council) Eicher-Miller et al., 2012 and 2015	Aliments peu transformés	Pas de description des aliments vis-à-vis de leur transformation mais une liste d'aliments est donnée (exemples colonne à droite du tableau)	Pas de description des procédés	Fruits et légumes lavés et emballés, œufs, viandes cuites, lait, noix torréfiées et moulues, grains de café, soupe maison
	Aliments transformés	Pas de description des aliments vis-à-vis de leur transformation mais une liste d'aliments est donnée (exemples colonne à droite du tableau)	Procédés permettant la conservation des aliments et améliorant leurs qualités nutritionnelles	Thon en conserve, haricot et tomates en conserves, fruits congelés, jus de fruits ou de légumes
	Aliments formulés simples avec épices, aromates et colorants - Préparations emballées - Préparation simple probable à domicile	Pas de description des aliments vis-à-vis de leur transformation mais une liste d'aliments est donnée (colonne à droite du tableau)	Procédés permettant d'améliorer les qualités sensorielles des aliments (goût et aspect visuel)	Sauces, pains, fromages, margarine, tacos, tortillas,
	Aliments prêts à l'emploi (pas ou peu de préparation) - Aliments emballés prêts à consommer - Préparation de l'aliment en magasin	Pas de description des aliments vis-à-vis de leur transformation mais une liste d'aliments est donnée (colonne à droite du tableau)	Procédés et formulations permettant d'améliorer l'usage du produit	Céréales Petit-déjeuner, cookies, crèmes glacées, sodas, fromages fondus, yaourts
	Aliments préparés ou repas surgelés et emballés pour rester frais et gagner du temps pour la préparation du repas	Pas de description des aliments vis-à-vis de leur transformation mais une liste d'aliments est donnée (colonne à droite du tableau)	Procédés et formulations permettant d'améliorer l'usage du produit	Pizzas, plats préparés surgelés

FSANZ Food Standards Australia New Zealand 2014	Aliments non-transformés	Non défini		
	Aliments transformés	Aliments qui ont subi un traitement entraînant une modification substantielle de l'état initial de la matière première.	Les opérations de tranchage, désossage, hachage, parage, épluchage, broyage, découpe tout comme la surgélation ou la congélation ne sont pas considérés comme entraînant une modification substantielle de l'état initial de la matière première. Les opérations sont données par catégories d'aliments.	
USP Da Costa Louzada et al., 2015	Aliments non, peu ou modérément transformés	Aliments ayant subi aucune transformation industrielle, ou des transformations sans élimination, ou ajout de fractions fonctionnelles, les ingrédients culinaires et les aliments préparés à domicile à partir des ingrédients pas ou peu transformés	Pas de description des procédés	Riz, Haricots, Viande rouge Fruits et jus de fruits purs Maïs, farine d'avoine, blé (y compris les pâtes), Lait Volaille, Racines et tubercules Café et thé, Poisson, Légumes Œufs
	Aliments transformés	Aliments fabriqués industriellement en ajoutant du sel, du sucre ou de l'huile à des produits non transformés, minimalement transformés ou non transformés.	Pas de description des procédés	Viande et poisson salés, Fromage, Légumes en saumure ou à l'huile et fruits au sirop
	Aliments ultra-transformés	Aliments formulés industriellement à partir de fractions d'aliments ou d'ingrédients transformés et/ou modifiés tels que les huiles ou graisses hydrogénées, les amidons et amidons modifiés, les sucres, les isolats protéiques, les acides aminés et les additifs tels que les arômes et les colorants.	Pas de description des procédés	Pain industriel, Pizzas, hamburgers, sandwichs Gâteaux, tartes et biscuits
UNC	Aliments non transformés ou très peu transformés	Aliments composé d'un seul ingrédient dont les propriétés sont peu modifiées par la transformation	Lavage, Parage, emballage, séchage, congélation pasteurisation	Lait entier, Fruits et légumes frais surgelés ou séchés, farine entière, riz complet, miel
	Aliments peu transformés (niveau basique) - Ingrédients basiques - Conservation ou prétraitement basique	-Ingrédient obtenu par extraction ou purification présentant des propriétés différentes de l'aliment d'origine -Aliment composé d'un seul ingrédient transformé afin de le conserver ou de le précuire	-Extraction, pressage, clarification, raffinage, purification -Mouture des grains, conserve, concentration, fermentation, pré-cuisson des céréales	-Pur jus, pâte complète, huile, beurre doux, sucre, sel -Jus de fruit à partir de concentré, céréales raffinées, riz blanc, yaourt entier, légumes ou fruits en conserve
	Aliments modérément transformés	-Aliments modérément transformés auxquels ont été ajoutés des arômes et condiments	- Technologies identiques aux aliments peu transformés mais	-Jus de fruit sucré, lait aromatisé, frites surgelées, viande fumée, fromage, yaourt aromatisé

Poti et al., 2015		-Aliments à base de céréales complète ayant subi un procédé modéré de panification (ajout de sel et de levure)	avec ajout d'un assaisonnement (sucre, sel, arôme, épices...) -Procédé de panification	-pain complet tortillas ou crackers sans sucre et sans matière grasse ajouté
	Aliments hautement transformés	-Ingrédients hautement transformés et formulés dont on ne peut identifier la matière première d'origine et utilisés pour améliorer un plats (condiments, sauces, topping...) - Aliments hautement transformés (matière première d'origine non reconnaissable), très formulés et consommés seuls	Pas de description des procédés seulement la prise en compte de l'altération des propriétés initiales de la matière première d'origine	-Sauce tomate, pain de mie nature, margarine, ketchup -Soda, dessert lacté sucré, chips, plats cuisinés prêt à l'emploi, nuggets, Tortillas, céréale petit-déjeuner,
SIGA	Aliments non ou peu transformés -A0 : non transformés -A1 : Peu transformés -A2 : Ingrédients culinaires	-A0 : matrice/structure initiale de la matière première non modifiée par les procédés - A1 : matrice/structure initiale de la matière première peu modifiée par les procédés -A2 : ingrédients culinaires	Peu de description des procédés mais illustration de la classification par catégorie d'aliment A0 : épluchage, découpe A1 : cuisson, filtration, mouture..	- A0 : Blé, tomate fraîche, petit-pois, amande - A1 : Farine, concentré de tomate, tofu - A2 : beurre, vinaigre, sel
	Aliments transformés -B1 : avec ajouts de sels, sucre, gras en-deçà des recommandations nutritionnelles -B2 : avec ajouts de sels, sucre, gras au-dessus des recommandations nutritionnelles	- B1 : Aliments transformés équilibrés nutritionnellement et ne contenant pas d'ingrédients fonctionnels (marqueurs d'ultra-transformation - MUT) relevant du fractionnement de la matière première animale ou végétale et/ou de la synthèse chimique. -B2 : Aliments transformés « gourmands » contribuant fortement à l'apport en sel, en sucre ou en gras dans le régime alimentaire.	Pas de description des procédés mais illustration de la classification par catégorie d'aliment Aliments obtenus à partir de A0 et/ou A1 avec ajout de A2	- B1 : Pain traditionnel, jus de tomate, petit-pois en boîte, jus végétal - B2 : Biscuit, pickles, sauce de soja, amandes salées
	Aliments ultra-transformés - C01 : équilibrés nutritionnellement (niveau 0) - C02 : Riches en sel, sucre, gras (niveau 0) - C1 : Ultratransformés niveau 1 - C2 : Ultratransformés niveau 2 - C3 : Ultratransformés niveau 3	-C01 : Aliments transformés équilibrés et contenant un marqueur d'ultra-transformation de type 1 (MUT 1 : ingrédient ou additif extrait ou synthétisé, mais identique à ce qui est présent naturellement dans les matrices animales ou végétales) C02 : Aliments transformés contribuant fortement à l'apport de sel, sucre ou gras et contenant un marqueur d'ultra-transformation de type 1 (MUT 1) C1 : Aliments transformés contenant plusieurs marqueurs d'ultra-transformation de type 1 (MUT 1) C2 et C3 : Aliments transformés contenant plusieurs MUT 1 et/ou MUT 2 (ingrédients ou additifs obtenus par synthèse chimique artificielle ou modifiés après extraction-fractionnement) et /ou des additifs évalués comme étant à risque	Description des procédés d'obtention des MUT – marqueurs d'ultra transformation.	- C01 : Ravioli, soupes, jus d'amande aromatisé - C02 : Crêpes, chips végétales, houmous - C1 : Pain de mie, ketchup, steak végétal, pâte à tartiner
Fardet, 2018, Davidou et al., 2020 et 2021				

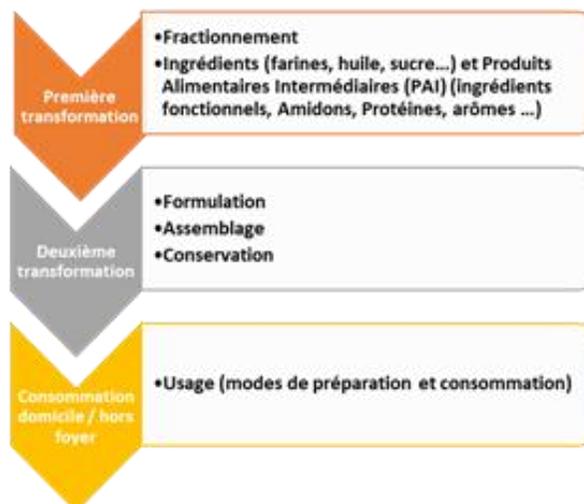
565

566

Les services rendus par les transformations

- Assurent les **qualités sanitaires** du produit
- Améliorent certaines **qualités nutritionnelles** (digestibilité, biodisponibilité...)
- Augmentent / permettent la **palatabilité** des aliments
- Augmentent la **praticité** et la **durée de vie**,
- Limitent les **contraintes de la saisonnalité** des productions
- **Réduisent les pertes** des matières premières agricoles
- Apportent de la **valeur ajoutée**
- Contribuent à augmenter la **diversité** de l'offre alimentaire

LES TRANSFORMATIONS ALIMENTAIRES



Les propriétés des produits transformés

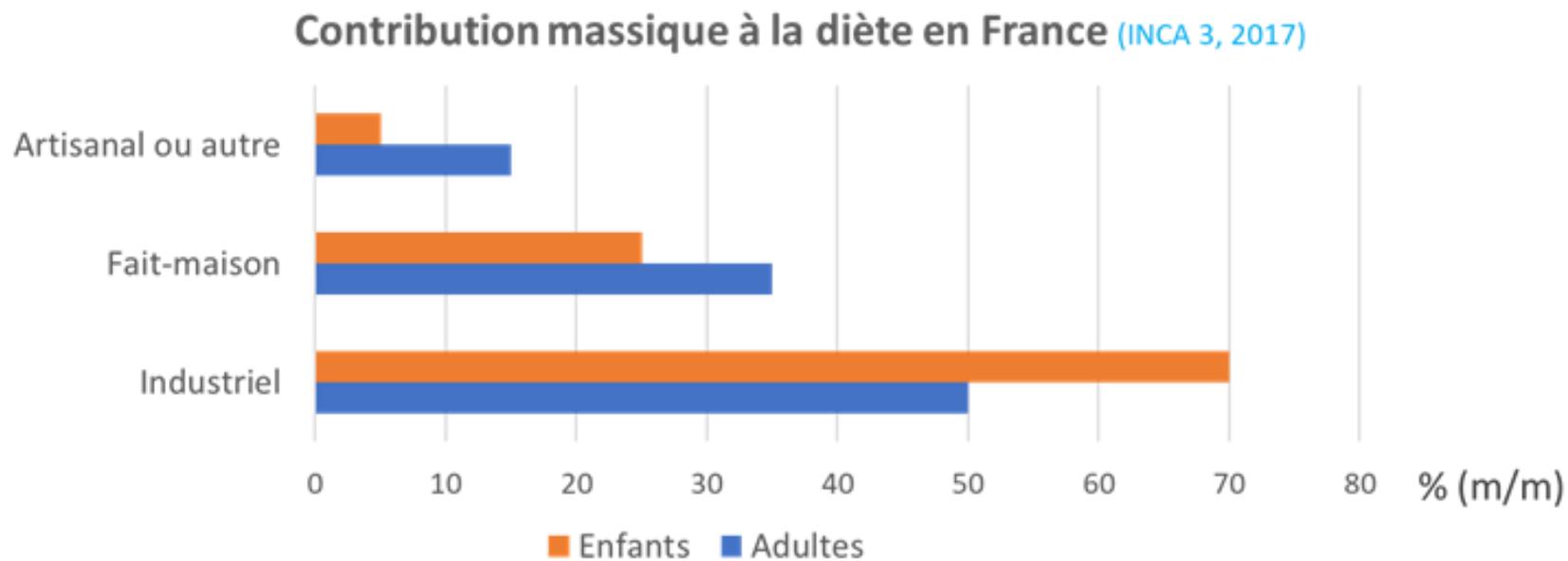
- Sanitaires
- Nutritionnelles
- Sensorielles
- Usages
- Image
- Technologiques
- Commerciales

567 **Figure 1** : Les principales propriétés et services rendus par les transformations alimentaires

568

569

570
571



572
573

574 **Figure 2** : Contribution massique des aliments à la diète des enfants et des adultes en France, selon leur mode de préparation (artisanal, fait-maison
575 ou industriel) – données INCA3, 2017 (9)

576

