



**HAL**  
open science

## Enrichissement en fibres des produits céréaliers : aspect sensoriels. Projet Céréfibres

Virginie Herbreteau, B. Barrier Guillot, Pascal Schlich

### ► To cite this version:

Virginie Herbreteau, B. Barrier Guillot, Pascal Schlich. Enrichissement en fibres des produits céréaliers : aspect sensoriels. Projet Céréfibres. Innovations Agronomiques, 2019, 78, pp.41-54. 10.15454/j2ey-sn05 . hal-02621970

**HAL Id: hal-02621970**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02621970>**

Submitted on 26 May 2020

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

## Enrichissement en fibres des produits céréaliers : aspect sensoriels Projet Céréfibres

Herbreteau V.<sup>1</sup>, Barrier Guillot B.<sup>2</sup>, Schlich P.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Actalia Sensoriel, F-50000 Saint Lô, représentant du Réseau Mixte Technologique Sensorialis

<sup>2</sup> Intercéréales, F-75116 Paris

<sup>3</sup> Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation, AgroSup Dijon, CNRS, INRA Univ. Bourgogne Franche Comté, F-21000 Dijon.

**Correspondance** : v.herbreteau@actalia.eu

### Résumé

Face au déficit de l'apport en fibres des régimes alimentaires des Français, il ne suffit pas d'œuvrer pour l'évolution des habitudes alimentaires, mais il faut aussi faire évoluer l'offre des produits. Le projet Céréfibres a été mis en place dans l'objectif d'évaluer le potentiel d'enrichissement en fibres de produits céréaliers, sans affecter l'appréciation des consommateurs, sachant que le frein sensoriel constitue une limite majeure à la consommation de produits riches en fibres. Le projet a porté sur 4 types de produits céréaliers : baguette de pain, biscotte, biscuit et goûter fourré pour enfants. Pour chaque type de produits, le travail de reformulation a été réalisé à partir de 2 types de fibres, avec un gradient d'enrichissement visant à cerner le seuil de rupture d'acceptabilité des consommateurs. Les résultats ont montré qu'il est possible d'accroître la quantité de fibres dans les recettes pour certains produits. Ainsi, dans le cas des biscottes il est possible de multiplier par 2 le taux de fibres par rapport au produit standard. Pour la baguette l'augmentation potentielle est de l'ordre de 30% et d'au moins 67% pour les goûters fourrés. Ces augmentations potentielles ne prennent en compte que la seule limite sensorielle, mais les limites technologiques devront aussi être considérées.

**Mots-clés** : Fibres, Enrichissement, Produits céréaliers, Appréciation consommateurs, Caractéristiques sensorielles, Dominance temporelle des sensations.

### **Abstract: Fiber enrichment in cereal food products : sensory dimension. Céréfibres Project**

Face to the insufficient fiber intake in the French diet, promoting the evolution of food behaviors is not enough; improving the food offer is also needed. The Céréfibres project was set up to evaluate the potential of fiber enrichment in cereal food products, without affecting consumer satisfaction. Indeed, palatability is the major limitation to consumption of fiber enriched foods.

The project focused on four types of cereal products: baguette, crispbread, breakfast biscuit and biscuit with chocolate filling (for children). For each type of product, two types of fibers were used, each at three different concentrations in order to determine rejection thresholds for consumers. The results highlighted that fiber enrichment is possible in some products. Thus, in crispbreads it is possible to double the fiber content of the standard product. For the baguette, the potential increase is around 30% and at least 67% for the biscuit with chocolate filling. Nevertheless, these potential increases only considered the sensory acceptability, but some technological limits may be considered as well.

**Keywords** : Fiber, Enrichment, Cereal food products, Consumer satisfaction, sensory attributes, Temporal dominance of sensations.

## Introduction

Le constat d'un déficit de l'apport en fibres dans le régime alimentaire des Français, établi depuis plusieurs années, demeure d'actualité. Le projet Nutrinet Santé <sup>1</sup> montrait dès 2012, sur la base de 264 564 enquêtes alimentaires, que les apports en fibres observés (environ 20 g/j chez les hommes et 18 g/j chez les femmes) étaient nettement en deçà des recommandations situées autour de 30g/j, avec des apports recommandés d'au minimum 25g/j. Les études INCA conduites par l'ANSES montraient un apport moyen en fibres situé autour de 18g/j en 2006-2007 (*source INCA 2*) et de 20g/j en 2014-2015, pour les adultes et entre 13 et 17g/jour pour les enfants (*source INCA 3*). Néanmoins la proportion de consommateurs qui consomme plus de 25g de fibres par jour n'a pas évolué au cours de ces années, ce qui peut être préoccupant en termes de santé publique. L'intérêt des fibres sur le plan de la santé n'est pourtant plus à démontrer et plusieurs programmes de recherche conduits au cours des 10 dernières années ont révélé les liens entre la quantité de fibres consommées et la santé (*Veronese et al 2018*). Il est reconnu qu'un apport insuffisant en fibres augmente le risque de maladies cardiovasculaires, d'obésité, de diabète de type II et de cancer colorectal.

Afin de mieux comprendre les raisons de cette « sous consommation » de fibres, un groupe de travail présidé par la DGAL (Direction Générale de l'Alimentation du Ministère de l'Agriculture de l'alimentation et de la forêt) et administré par l'Alliance 7<sup>2</sup>, a été mis en place entre 2013 et 2014 afin de confronter expertise scientifique et expérience du marché sur la question des fibres. Ce travail a abouti au constat suivant : la nécessité d'augmenter la part de fibres dans l'alimentation des Français en promouvant une consommation diversifiée d'aliments vecteurs de fibres. Une offre diversifiée d'aliments vecteurs de fibres existe, cependant une partie de ces aliments reste cantonnée à des marchés de niches. Enfin ces aliments, manquent d'attractivité pour le consommateur, avec l'idée préconçue que les produits plus riches en fibres sont moins bons.

Les recommandations formulées à l'issue de ce groupe de travail portaient d'une part sur une sensibilisation des consommateurs à l'importance d'augmenter la part de fibres dans leur alimentation et d'autre part sur l'amélioration de l'offre et l'accessibilité aux aliments vecteurs de fibres. Le premier objectif a donné lieu notamment à des recommandations vis-à-vis des repères nutritionnels, diffusés aux consommateurs via le Programme National Nutrition Santé. Malgré cela, l'image des fibres, en termes de plaisir alimentaire, reste négative pour les consommateurs et constitue un frein majeur à leur consommation.

Un autre objectif visait à poursuivre l'amélioration nutritionnelle de l'offre d'aliments vecteurs de fibres en prenant en compte le niveau d'acceptabilité par le consommateur. C'est pour répondre à cet objectif que le projet **Céréfibres**, piloté par Intercéréales et soutenu par la Direction Générale de l'Alimentation, a été mis en place. Les produits céréaliers, étant identifiés comme l'un des principaux contributeurs à l'apport en fibres dans l'alimentation des Français (à hauteur d'environ 30%), ils constituent un support privilégié pour ce travail de reformulation basé sur un enrichissement en fibres. Ce projet a été précédé d'une étude « Barofibres » réalisée avec le soutien des pouvoirs publics dans le cadre du « Pôle d'accessibilité Céréales et produits céréaliers ».

---

<sup>1</sup> L'étude **NutriNet-Santé** a pour objectif d'étudier les comportements alimentaires et les relations nutrition-santé, coordonnée par l'Unité de Recherche en Epidémiologie Nutritionnelle (U557 Inserm/Inra/Cnam/Université Paris 13) est dirigée par le Pr Serge Hercberg.

<sup>2</sup> Alliance 7 : Fédération des produits de l'épicerie et de la nutrition spécialisée. <http://www.alliance7.com/>

## 1. Freins et leviers à la consommation de fibres via les produits céréaliers

L'étude Barofibres (2015) s'est intéressée aux freins et leviers à l'achat en France de produits céréaliers pourvoyeurs de fibres. Elle était basée sur une approche qualitative auprès de 3 groupes de consommateurs représentant différents types de comportements de consommation (« traditionnels » : consommant peu de produits céréaliers complets, « multi » : consommant des produits complets et sensibles à la présence de fibres et « bio/diététique » qui consomment des produits biologiques et diététiques), puis une approche quantitative auprès d'environ 800 consommateurs.

### 1.1 Représentations des produits céréaliers par les consommateurs

Les conclusions du volet qualitatif de cette étude montrent que l'univers des produits céréaliers est une notion floue pour les consommateurs et qu'ils n'ont pas une idée précise des aliments associés à cette famille, ainsi par exemple plus d'un quart des sujets interrogés n'associent pas le pain aux produits céréaliers. En termes de représentation, les produits céréaliers se déclinent selon 2 univers différents (Figure 1):

- Le « blanc » qui correspond aux aliments céréaliers courants, axés sur la quotidienneté, la simplicité et qui sont les plus attractifs,
- Le « brun » qui correspond aux produits céréaliers complets et céréales complètes et sont davantage perçus comme des produits de régime, plus difficiles à apprécier et qui rebutent une partie des non consommateurs. Ils présentent pourtant de vrais atouts en termes de goût et de diversité, mais qui ne sont pas appréhendés par le plus grand nombre des consommateurs.

Cette représentation, bien segmentée, des consommateurs laisse penser que les multi-céréales, intermédiaires entre les deux précédents univers, avec un vrai atout au niveau du goût, peuvent constituer une transition intéressante vers les produits complets. Certains consommateurs utilisent la voie du semi complet pour cette transition du « blanc » au « brun ».

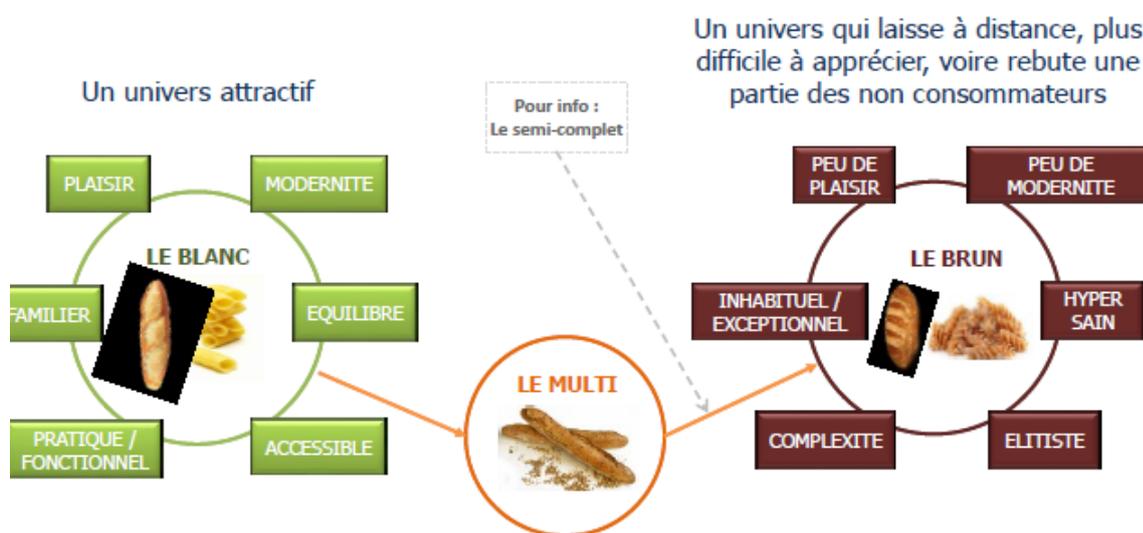


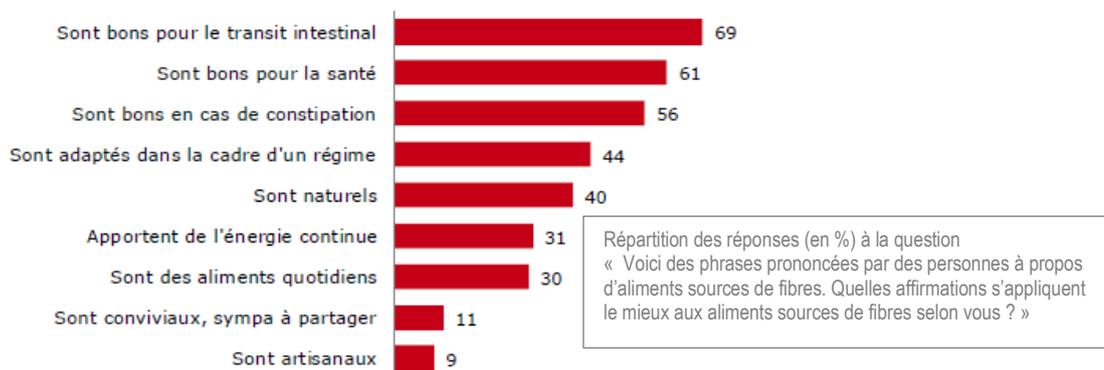
Figure 1 : Représentations des produits céréaliers par les consommateurs – Etude TNS Sofres Barofibres-2015

Partant de ce constat, dans une stratégie de communication sur les produits vecteurs de fibres, il est préférable d'axer les actions de communications auprès des consommateurs directement sur les produits qui s'inscrivent dans l'alimentation quotidienne et sont appréciés et connus des Français plutôt que communiquer sur la catégorie trop floue des « produits céréaliers ». Par ailleurs, pour accroître la consommation de fibres, il semble préférable de privilégier une amélioration des produits de

l'alimentation quotidienne plutôt que développer l'offre de produits complets dont l'image est négative pour le grand nombre des « non avertis ». Le développement d'une offre multicéréales est une autre alternative, mais qui touche encore partiellement la population.

## 1.2 Perception des aliments sources de fibres

Le volet quantitatif de l'étude Barofibres révèle que les consommateurs, bien que reconnaissant l'intérêt des fibres, notamment pour le transit intestinal, ne se sentent pas directement concernés par une carence en fibres et la nécessité d'augmenter la teneur en fibres de leur régime alimentaire. Les apports en fibres sont donc jugés nécessaires, mais ne sont pas une priorité pour les consommateurs, qui les associent à des préoccupations de santé. De plus, les produits sources de fibres ne sont pas considérés comme des produits du « quotidien » ou « conviviaux » (Figure 2).



**Figure 2** : Perception des aliments sources de fibres– Etude TNS Sofres Barofibres

Les mentions « source de fibres », « fibres » « enrichi en fibres », ne sont pas recherchées en tant que telles sur les emballages et semblent plus destinées aux personnes malades ou suivant un régime. Ces outils de communication ne constituent donc pas un levier évident à l'augmentation de la consommation de fibres par le plus grand nombre de consommateurs. Ces mentions peuvent même présenter le risque de détourner les consommateurs qui ont encore une image négative des fibres et pour lesquels le plaisir, clé d'entrée dans l'alimentaire, est aujourd'hui le frein principal à la consommation de produits complets ou riches en fibres.

## 2. Objectifs et design du projet Céréfibres

Le projet Céréfibres, piloté par Intercéréales et soutenu par le Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation dans le cadre du programme national pour l'alimentation, a mobilisé 18 partenaires représentant des interprofessions, des syndicats, des industriels et des équipes de recherche dans les domaines de la meunerie, de la panification et biscuiterie ainsi que dans les domaines de l'évaluation sensorielle et de la nutrition <sup>3</sup>.

Ce projet a été conduit dans le but de mesurer avant tout le niveau d'acceptabilité organoleptique de produits céréaliers enrichis en fibres. L'objectif défini, suite aux conclusions de l'étude Barofibres, visait

<sup>3</sup> Partenaires du projet Céréfibres : Intercéréales (coordinateur du projet) ; Association Nationale de la Meunerie Française (ANMF) ; Centre d'information des farines et du pain (CIFAP) ; Pôle d'innovation de l'INBP (INBP) ; Fédération des Entrepreneurs de Boulangerie (FEB) ; L'Alliance7 Syndicat des fabricants de Biscuits et Gâteaux ; L'Alliance7 Syndicat de la Panification Croustillante et Moelleuse ; ACTALIA - RMT Actia Sensorialis et laboratoires partenaires : Aérial, Agrotec, Enilia Ensmic ; INRA, Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation (CSGA) ; INRA, Alimentation et Sciences Sociales (ALISS) ; ARVALIS-Institut du végétal ; LEMPA ; Toufflet ; Soufflet Meunerie ; Nutrixa ; Brioche Pasquier ; Biscuits Bouvard ; Mondelez International.

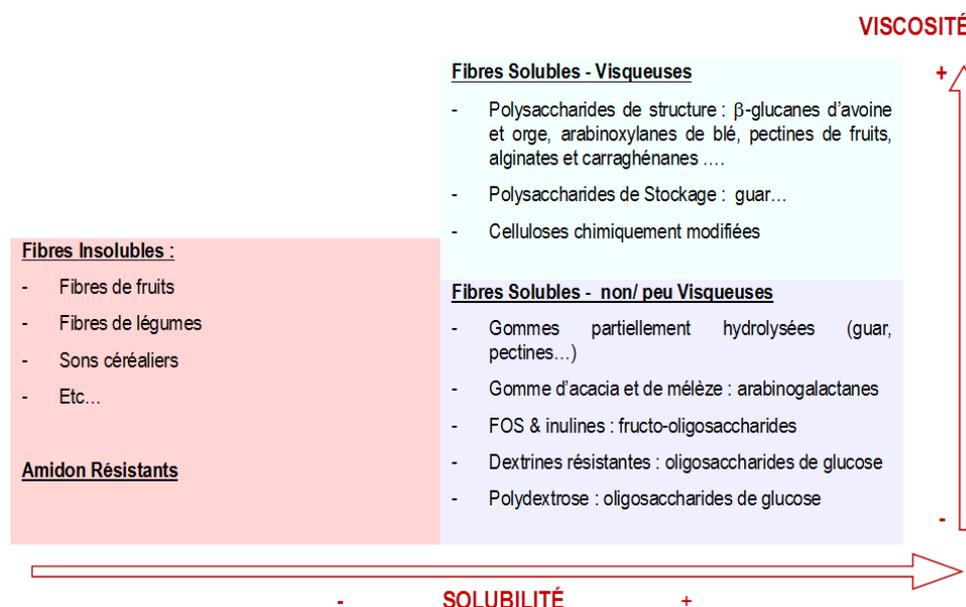
à augmenter la consommation de fibres, dans les produits céréaliers du quotidien, pour tous les consommateurs. L'étude s'intéresse ainsi à 4 produits de consommation courante : biscotte, baguette, biscuit de petit déjeuner et goûter fourré au chocolat.

Il s'agissait de travailler sur le potentiel d'enrichissement en fibres, de ces produits céréaliers connus des consommateurs, sans utiliser le levier de communication lié aux propriétés nutritionnelles des produits enrichis, mais en préservant le premier moteur de consommation à savoir « le plaisir ». Pour cela il était nécessaire de progresser sur la connaissance de l'acceptation par le consommateur de produits céréaliers enrichis en fibres et pouvoir quantifier le niveau maximum d'enrichissement possible en fibres, sans détérioration de l'acceptabilité par le consommateur. Posant l'hypothèse que l'enrichissement en fibres engendre une perte de satisfaction, il s'agit alors de repérer quand intervient cette perte d'acceptabilité. Le niveau maximum et optimal serait situé juste avant le niveau d'enrichissement à partir duquel on observe une perte significative d'acceptabilité. Ce niveau correspond au « seuil de rupture d'acceptabilité ».

Le principe de mesure de l'impact sensoriel d'un enrichissement en fibres dans le produit repose ici sur le choix d'un produit Témoin (correspondant à un standard du marché actuel) et la mise au point d'une gamme d'enrichissement en fibres avec plusieurs niveaux d'enrichissement permettant d'encadrer le seuil de rupture d'acceptabilité. Les gammes présentées dans le Tableau 1 ont été constituées sur 4 niveaux, dont le premier correspond au Témoin.

## 2.1 Choix des fibres

Les fibres<sup>4</sup> sont des polymères glucidiques alimentaires non digestibles qui peuvent être naturellement présentes dans les aliments ou issues de la transformation de matières premières alimentaires ou encore obtenues par synthèse. Elles ont nécessairement des effets physiologiques bénéfiques. Sur le plan des propriétés technologiques et fonctionnelles, les principaux critères de discrimination des fibres reposent sur leur solubilité et leur viscosité (Figure 3).



**Figure 3** : Classification des fibres alimentaires en fonction de leur propriétés fonctionnelles (d'après Sophie Vinoy – Mondelez International Nutrition)

<sup>4</sup> Selon la nouvelle directive de la commission Européenne 2008/100/EC

Le choix des fibres a été basé sur leurs caractéristiques physico-chimiques et leur comportement avec l'objectif d'avoir des fibres très différentes sur ce plan. Par ailleurs les fibres devaient avoir une origine naturelle et pertinente pour des produits céréaliers (origine céréalière ou fruits et légumes). De plus, il s'agissait de retenir des fibres génériques ou ingrédients contenant des fibres facilement disponibles sur le marché pour permettre le déploiement des recettes à l'échelle industrielle.

**Un type de fibre a été utilisé dans tous les modèles testés** : les fibres de son de blé blanc micronisé. Ces sons sont constitués majoritairement de fibres insolubles car riches en cellulose. Ils présentent l'intérêt d'être issus du blé, un constituant de la farine complète et donc d'être un ingrédient autorisé dans les différentes appellations de pains réglementés (pain de tradition française, pain courant en particulier). Ces sons issus de blés blancs et de surcroît micronisés (la taille des particules est réduite à une échelle micron) permettent d'obtenir des produits avec une mie / pâte plus claire que celle des produits dans lesquels sont incorporés des sons de blés « communs » non micronisés.

**Le second type de fibres commun à deux modèles** (Biscotte et biscuits de petit déjeuner) est issu du son d'avoine riche en  $\beta$ -glucanes. Il s'agit de fibres solubles viscosifiantes (Oatwell 22% ou 28%).

**Dans le cas du modèle baguette, deux types de fabrication ont été testés** : « pain courant » et « pain de tradition française ». Le potentiel d'enrichissement en fibres est en effet fortement influencé par le type de pain (Martin et al., 2013). L'association entre le type de fibres et le type de choix, répondant également à la réglementation, a été le suivant :

- Des sons de blé blanc micronisés ont été incorporés à une baguette de type « tradition ».
- Un mélange de fibres d'avoine (75%) et de psyllium (25%) a été retenu, pour une baguette fabriquée selon un processus de pain « courant ». Ce mélange a pour intérêt de maximiser la teneur en fibres en utilisant une majorité de fibres insolubles, moins pénalisantes sur un plan technologique. Il apporte un bénéfice nutritionnel avec les fibres insolubles (fibre d'avoine) qui favorisent le transit et les fibres solubles (fibre de psyllium) qui peuvent avoir un effet anti inflammatoire et d'augmentation de la production des acides gras à chaînes courtes. De plus le psyllium offre des propriétés texturantes qui permettent de compenser en partie l'effet pénalisant des fibres sur l'aspect du pain. A noter que du gluten et de l'acide ascorbique ont été ajoutés lors de la fabrication pour des nécessités technologiques.

**Dans le cas du modèle « goûters fourrés »**, un autre type de fibre a été choisi : l'Inuline. Ce choix a été orienté par son origine, la chicorée dont la haute teneur en fibres ouvre des possibilités d'allégation santé et la possibilité de réduction de l'ajout d'autres sucres dans la recette puisque ce composé est sucré.

Le Tableau 1 présente les types de fibres additionnées dans les différents modèles alimentaires testés.

**Tableau 1:** Choix des fibres ajoutées pour chaque modèle alimentaire

Modèle alimentaire	Type de fibre ajoutée	Propriétés des fibres	Taux d'incorporation de fibres
Biscotte	Fibres de son de blé blanc micronisé	Insolubles - faible viscosité	3%, 6% et 9% <b>1</b>
	Fibres Beta glucane d'avoine Oatwell 28%	Solubles - haute viscosité	3%, 4.5% et 6% <b>1</b>
Biscuit petit déjeuner	Fibres de son de blé blanc micronisé	Insolubles - faible viscosité	5%, 8% et 10% <b>2</b>
	Fibres Beta glucane d'avoine- Oatwell 22%	Solubles - haute viscosité	5%, 8% et 10% <b>2</b>
Baguette de pain (fabrication type « tradition »)	Fibres de son de blé blanc micronisé	Insoluble - faible viscosité)	3%, 6% et 9% <b>1</b>
Baguette de pain (fabrication « courante »)	Fibres d'avoine (75%) + fibres de Psyllium (25%)	Insolubles - faible viscosité Solubles - haute viscosité	3%, 5% et 7% <b>1</b>
Goûter fourré	Fibres de son de blé blanc micronisé + fibres de blé cellulosique pour le fourrage	Insolubles - faible viscosité Solubles - faible viscosité	0 + 5% fourrage ; 3% biscuit + 5% fourrage ; 5% biscuit + 5% fourrage <b>1</b>
	Inuline + fibres de blé cellulosique pour le fourrage	Solubles - faible viscosité	0 + 5% fourrage ; 3% biscuit + 5% fourrage ; 5% biscuit + 5% fourrage <b>1</b>

**1** Exprimé en % du poids de farine **2** Exprimé en augmentation du taux de fibres attendu dans produit fini

## 2.2 Conditions expérimentales du projet Céréfibres

Les produits décrits dans le Tableau 1 ont été fabriqués par les industriels partenaires du projet et acheminés vers les laboratoires d'évaluation sensorielle où se déroulaient les tests.

Pour chaque produit et chaque type de fibres une centaine de consommateurs ont été interrogés au sein des laboratoires du réseau mixte technologique Sensorialis <sup>5</sup>. Pour le goûter fourré au chocolat, afin d'être en phase avec la cible de consommateurs de ce produit, les sujets interrogés étaient des enfants. La répartition des tests réalisés et des consommateurs interrogés est présentée dans le Tableau 2.

Dans la mesure où chaque famille de produit comporte deux types de fibres, les mêmes sujets ont évalué deux séries de produits au cours de deux séances de dégustations consécutives (à 1 ou 2 jours d'intervalle). La moitié du groupe a testé la série « Fibres 1 » en séance 1 puis la série « Fibres 2 » en séance 2. L'ordre des séries était inversé pour l'autre moitié du groupe.

<sup>5</sup> Le Réseau Mixte Technologique Sensorialis est un réseau soutenu par la DGAL et coordonné par l'Association Technique des Industries Alimentaires. Il associe 10 partenaires : Actalia (coordinateur), Aérial, Agrotec, IFV, Enilia Ensmic, Enil'V, Inra CSGA, Inra ALISS et AgroParisTech (UMR Génial et GMPA).

**Tableau 2** : Répartition des expérimentations auprès des consommateurs

Produit étudié	Lieux d'étude	Nombre de consommateurs interrogés
Biscotte	Aérial (Illkirch - 67)	62 adultes
	Enilia Ensmic (Surgères -17)	65 adultes
Biscuit petit déjeuner	Actalia (Caen-14)	40 adultes
	Agrotec (Agen -47)	64 adultes
Baguette de pain (fabrication « courante »)	Actalia (Caen-14)	58 adultes
	Actalia (Maisons Alfort - 94)	61 adultes
Goûter fourré	Aérial (Illkirch - 67)	33 enfants
	Enilia Ensmic (Surgères -17)	35 enfants
	Actalia (Caen-14)	35 enfants
	Agrotec (Agen -47)	31 enfants

Le questionnaire comportait des mesures d'acceptabilité et des mesures de dominance des sensations.

#### Mesures d'acceptabilité :

- Les participants devaient goûter les 4 recettes de la gamme et indiquer leur appréciation. Cette mesure a été répétée 3 fois (sur 3 bouchées) de manière à mesurer une appréciation qui ne corresponde pas uniquement à une première impression. L'appréciation était notée sur une échelle de mesure continue (« je n'aime pas du tout » à « j'aime vraiment beaucoup ». Le niveau sélectionné sur l'échelle était ensuite transformé en note de 0 à 10. Dans le cas de la gamme Goûter fourré, testée avec les enfants, l'échelle de notation a été adaptée sous forme d'une échelle discrète en 11 niveaux, numérotés de 0 à 10 avec des figurines (« Smileys ») aux extrémités et au centre.
- Les résultats présentés dans les paragraphes qui suivent prennent en compte la moyenne de ces 3 appréciations.

La mesure du niveau d'appréciation impose l'interrogation de consommateurs, qui ne sont pas des personnes entraînées à l'évaluation sensorielle des produits. Pour répondre à un objectif secondaire du projet, qui consistait à voir dans quelle mesure, l'ajout de fibres modifie les caractéristiques sensorielles des produits étudiés, il fallait identifier une méthode d'évaluation sensorielle utilisable avec des consommateurs et qui permette de comparer les caractéristiques organoleptiques de plusieurs recettes. Le choix s'est porté sur la méthode de la Dominance Temporelle des Sensations (Pineau et al., 2009), développée par l'INRA CSGA et déjà éprouvée dans plusieurs études avec des consommateurs (Schlich, 2017).

#### Mesures de dominance des sensations :

Le principe consiste à identifier, à chaque instant de la consommation, quelle caractéristique domine dans la perception et comment les caractéristiques se succèdent pendant la consommation. Les mesures permettent d'obtenir une séquence pour chaque individu, qui après cumul des réponses individuelles, donne les courbes de dominance des sensations, en fonction du temps pour chaque produit. En comparant les courbes, on peut étudier les différences d'évolution des caractéristiques, selon les recettes.

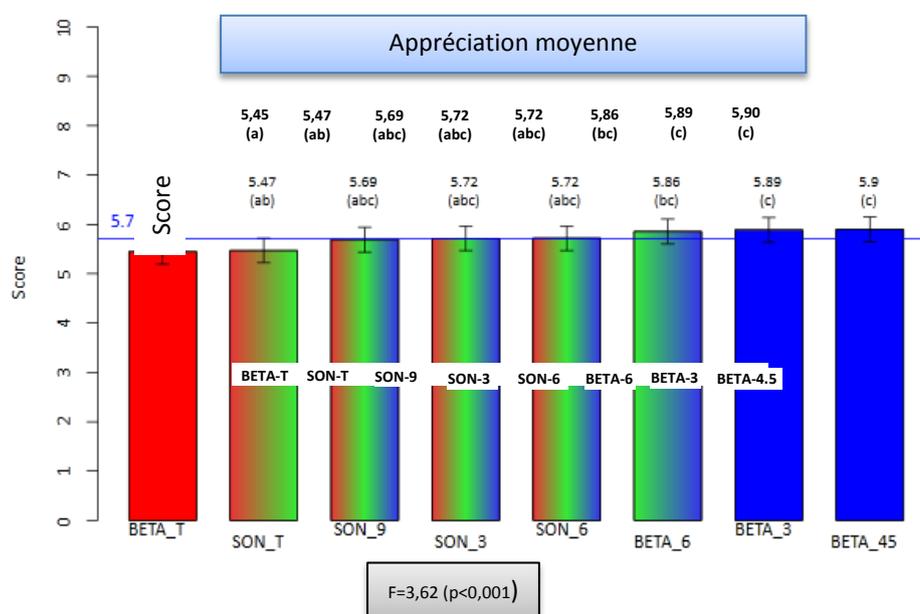
La mesure de dominance des sensations étant un protocole nouveau pour les consommateurs interrogés, ceux-ci ont été initiés, au début de chaque séance à cette technique. Le principe de la

mesure et les caractéristiques à évaluer (accompagnées de définitions ou références) étaient présentés et suivis d'un test à blanc sur le produit Témoin, afin de s'assurer que les sujets avaient bien compris le principe de la mesure.

### 3. Impact de l'enrichissement en fibres sur les performances sensorielles de produits céréaliers

#### 3.1 Cas des biscottes

Les biscottes enrichies ne sont pas moins appréciées que leur Témoin, au contraire même, elles lui sont parfois préférées (Figure 4). Ce constat étant commun aux deux gammes testées, les résultats sont présentés ci-dessous dans une même figure. Les produits enrichis en son de blé micronisé sont tout aussi appréciés que le Témoin, quelle que soit la teneur en fibres. Quant aux biscottes enrichies en bêta glucan d'avoine, elles sont toutes plus appréciées que le Témoin. Ceci laisse supposer que l'enrichissement aurait pu être encore poussé, sous réserve de faisabilité technique et économique. Le seuil de rupture d'acceptabilité sensorielle est, dans le cas des biscottes, supérieur au seuil maximal d'enrichissement testé soit 6% avec les fibres d'avoine et 9% avec les fibres de son micronisées.



**Figure 4** : Comparaison des niveaux d'appréciations pour les différentes recettes – Note moyenne accompagnée de la barre d'erreur (intervalle de confiance à 95%). La valeur du F indiquée est issue d'une analyse de la variance réalisée sur l'ensemble des recettes (2 types de fibres). Les dégradés de couleur permettent de repérer les différences d'appréciations entre produits. Les produits qui sont représentés par une couleur commune (ou avec une lettre commune sous leur moyenne) ne sont pas significativement différents au seuil statistique de 5%. La ligne bleue représente la note moyenne de l'ensemble des produits, Les produits enrichis en son de blé sont notés SON et ceux enrichis en  $\beta$  glucan d'avoine notés BETA, accompagnés du pourcentage de fibres ajoutées. Les témoins sont notés BETA-T et SON-T.

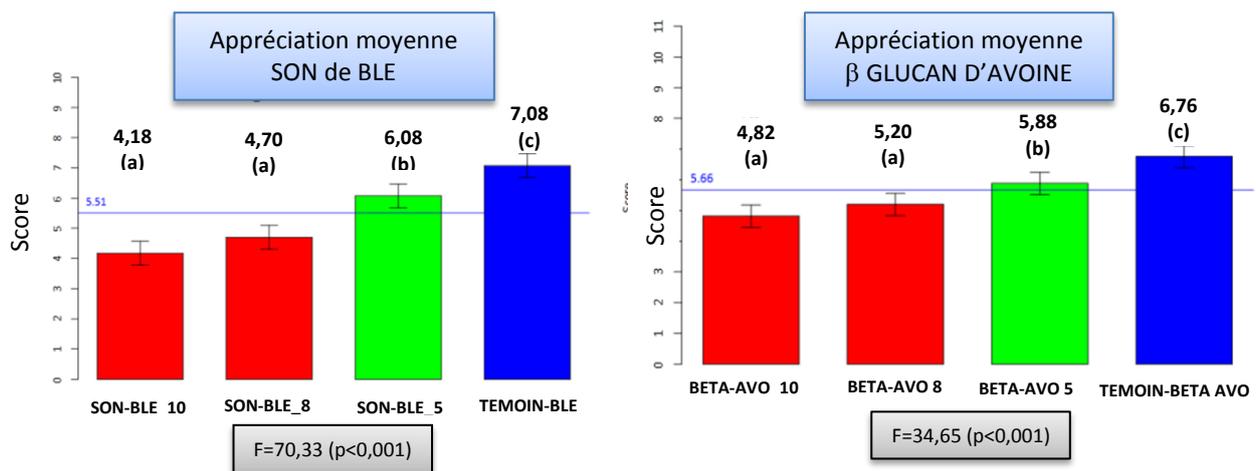
L'analyse des produits selon la Dominance temporelle des sensations met en évidence des caractéristiques des produits enrichis bien différentes de celles du produit Témoin, dans la gamme au son de blé, comme dans celle aux fibres d'avoine. Les biscottes « enrichies » perdent en croustillant et se révèlent plus dures dans le premier tiers de la perception, puis relativement similaires dans le second tiers. Ces caractéristiques ne semblent pas pénalisantes au regard des niveaux d'appréciation

observés. Les biscottes enrichies sont jugées par ailleurs, moins pâteuses-collantes, légèrement moins sucrées, mais plus aromatiques, avec des notes de grillé et de céréales sur la fin.

Les essais réalisés sur les biscottes montrent un fort potentiel d'enrichissement, correspondant à une augmentation de la teneur en fibres du produit final de 122% pour le son de blé à 171% pour l'avoine. Cependant les limites sur le plan technologique sont atteintes : l'ajout de fibres implique une augmentation de l'hydratation de 5% à 18% selon le type et taux de fibres ajoutées. Ceci a des conséquences importantes sur le procédé de fabrication avec des temps et niveaux de cuisson augmentés et des surcoûts associés.

### 3.2 Cas des biscuits de petit déjeuner

Aucune des formulations enrichies en fibres testées auprès des consommateurs n'atteint le niveau d'acceptabilité du Témoin (Figure 5). La dégradation d'acceptabilité liée à l'ajout de fibres est significative, bien que le niveau d'appréciation reste satisfaisant pour le premier niveau d'enrichissement (avec un score moyen autour de 6/10). Le seuil de rupture pour chacune des deux fibres serait donc compris entre 0 et la plus petite teneur testée (augmentation de 50% par rapport au taux de fibres du Témoin). Ainsi, pour ces biscuits de petit-déjeuner, on ne peut, sur la base de cette étude, donner une recommandation sur l'augmentation possible de leur teneur en fibres garantissant le maintien de l'acceptabilité du consommateur au même niveau que celui du biscuit témoin.

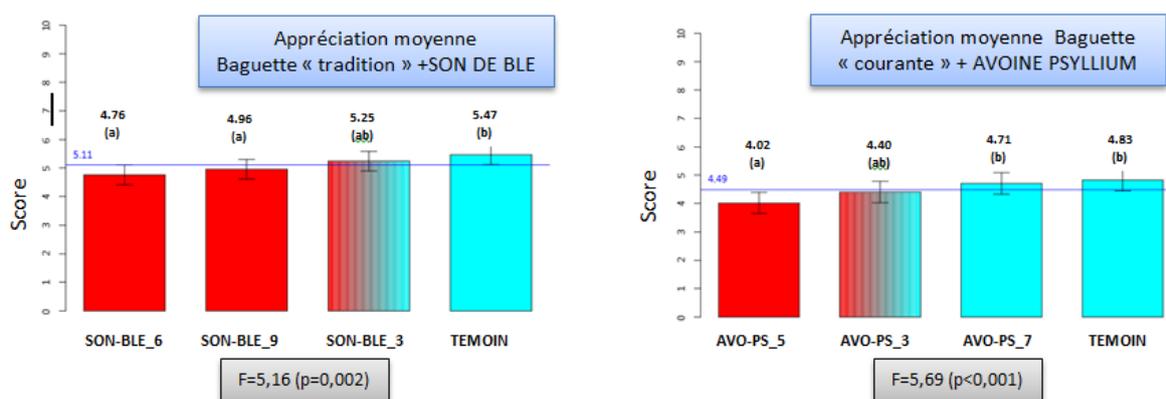


**Figure 5 :** Comparaison des niveaux d'appréciations obtenus au sein de chaque gamme de biscuits – Note moyenne accompagnée de la barre d'erreur (intervalle de confiance à 95%). La valeur de F indiquée est issue d'une analyse de la variance réalisée sur les 4 recettes de la gamme. Les couleurs permettent de repérer les différences d'appréciations entre produits. Les produits qui sont représentés par une couleur commune (ou avec une lettre commune sous leur moyenne) ne sont pas significativement différents au seuil statistique de 5%. La ligne bleue représente la note moyenne de l'ensemble des produits, Les produits enrichis en son de blé sont notés SON-BLE et ceux enrichis en  $\beta$  glucan d'avoine notés BETA-AVO, accompagnés du taux de fibres attendu dans le produit fini.

Par rapport à leur témoin respectif, les biscuits enrichis en fibres, révèlent en analyse DTS, une attaque en bouche plus dure et moins friable, puis s'avèrent moins fondants et deviennent plus secs, surtout avec le son de blé, mais aussi plus pâteux, en particulier avec l'avoine. Avec plus de fibres, ils perdent la dominance de vanille du témoin en seconde moitié de dégustation ainsi que celle de sucre, hormis pour un ajout de son de blé à 5%. Ces caractéristiques expliquent la dégradation de la satisfaction qui accompagne l'enrichissement en fibres des biscuits.

### 3.3 Cas de la baguette de pain

La détérioration de l'acceptabilité est perceptible dans le cas des essais d'enrichissement conduits sur les baguettes. Néanmoins cette baisse n'est pas toujours significative, tout au moins sur le premier niveau d'enrichissement, comme le montre la Figure 6. Le seuil de rupture pour l'ajout de son de blé dans les baguettes de type tradition, serait de 3 % (premier niveau). Pour l'ajout du mélange avoine, psyllium, dans la baguette de type « courante » l'ordonnancement illogique de l'appréciation des produits en fonction du niveau d'enrichissement, ne nous permet pas de déterminer un seuil de rupture fiable.



**Figure 6** : Comparaison des niveaux d'appréciations obtenus au sein de chaque gamme de baguettes – Note moyenne accompagnée de la barre d'erreur (intervalle de confiance à 95%). La valeur du F indiquée est issue d'une analyse de la variance réalisée sur les 4 recettes de la gamme. Les couleurs permettent de repérer les différences d'appréciations entre produits. Les produits qui sont représentés par une couleur commune (ou avec une lettre commune sous leur moyenne) ne sont pas significativement différents au seuil statistique de 5%. La ligne bleue représente la note moyenne de l'ensemble des produits. Les produits enrichis en son de blé sont notés SON BLE et ceux enrichis en avoine + psyllium notés AVO-PS, accompagnés du pourcentage de fibres ajoutées.

Sur le plan des caractéristiques sensorielles, en DTS, les trois baguettes de type Traditions, enrichies au son de blé blanc micronisé sont jugées moins tendres dans le second quart de la perception, puis légèrement plus sèches pendant que le témoin a une dominance grillée-torréfiée. Dans la seconde moitié de la perception, elles deviennent nettement plus dominées par l'arôme de céréale que le témoin.

Pour les baguettes standard, l'attaque serait moins croustillante avec le mélange psyllium + avoine que pour les témoins, car elles sont plus tendres et plus élastiques. En milieu de perception, elles sont perçues moins sèches et plus pâteuses et collantes.

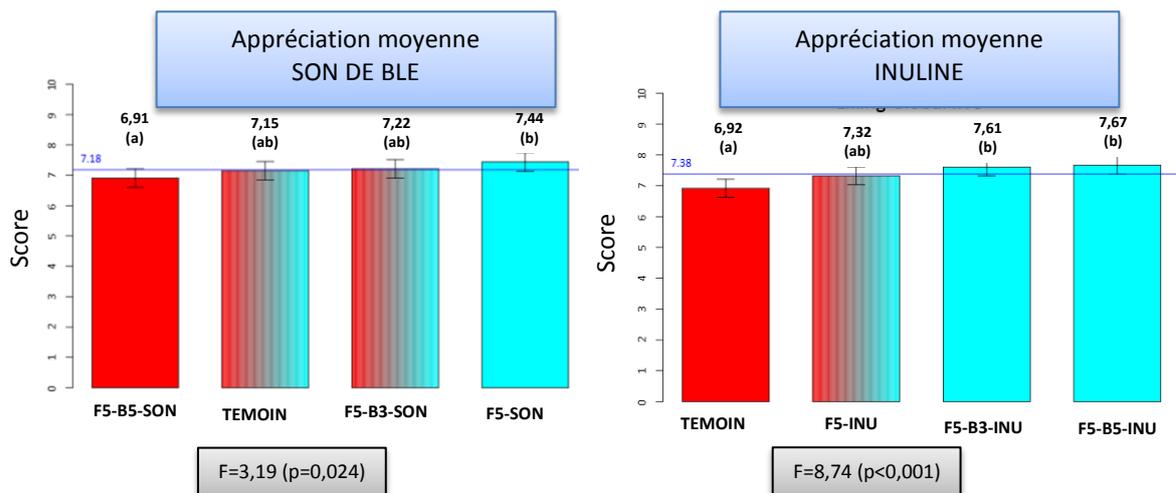
Ces conclusions laissent entrevoir des perspectives d'enrichissement en fibres de l'ordre de 33 % en utilisant les fibres de blé blanc micronisé. Mais ces conclusions basées sur les limites sensorielles ne prennent encore pas en compte les difficultés technologiques liées à l'ajout de fibres : le surcroît d'hydratation des pains associé à l'ajout de fibres impliquerait l'utilisation de correcteurs tels que l'acide ascorbique ou le gluten pour conserver les propriétés de panification de la baguette « courante ».

### 3.4 Cas des goûters fourrés

L'étude menée sur les goûters fourrés concernait les enfants. Il s'agit d'une population sensible dont la consommation de fibres reste trop faible. Les goûters fourrés enrichis en fibres ont cependant été très bien accueillis par les enfants de 9 à 16 ans. En effet toutes les recettes enrichies en fibres sont au

moins autant appréciées que le Témoin, exceptée la recette la plus enrichie en son de blé micronisé à 5% dans le biscuit (Figure 7).

Le fait d'avoir appliqué, pour certaines recettes, 2 niveaux d'enrichissement (au niveau du fourrage chocolat et au niveau du biscuit), permet au final une augmentation très significative du taux de fibres dans le produit fini. Ainsi, le seuil de rupture correspond, dans le cas des goûters enrichis au son de blé, à un enrichissement du fourrage cumulé à un enrichissement de 3% dans le biscuit (soit une augmentation de 30% du taux de fibres par rapport au Témoin). Dans le cas des goûters enrichis à l'inuline, il correspond à un enrichissement du fourrage, cumulé à un enrichissement d'au moins 5% d'inuline dans le biscuit (soit une augmentation de 67% par rapport au Témoin).



**Figure 7** : Comparaison des niveaux d'appréciations obtenus au sein de chaque gamme de goûters fourrés – Note moyenne accompagnée de la barre d'erreur (intervalle de confiance à 95%). La valeur du F indiquée est issue d'une analyse de la variance réalisée sur les 4 recettes. Les dégradés de couleur permettent de repérer les différences d'appréciations entre produits. Les produits qui sont représentés par une couleur commune (ou avec une lettre commune sous leur moyenne) ne sont pas significativement différents au seuil statistique de 5%. La ligne bleue représente la note moyenne de l'ensemble des produits, Les produits enrichis dans le fourrage sont notés F5, ceux enrichis en son de blé dans le biscuit sont notés B-SON et ceux enrichis en inuline dans le biscuit sont notés B-INU accompagnés du pourcentage de fibres ajoutées, ainsi le produit F5-SON est enrichi en fibres uniquement dans le fourrage, et identique au produit F5-INU ; le produit F5-B3 SON enrichi à 5% dans le fourrage et 3% dans le biscuit.

Sur le plan des caractéristiques sensorielles des produits enrichis, l'analyse DTS ne fait ressortir aucune discrimination significative des goûters au son de blé blanc micronisé. En revanche les deux goûters enrichis à l'inuline dans le biscuit, qui sont aussi les préférés des enfants, sont perçus comme plus fondants et moins croustillants que leur témoin et aussi légèrement plus chocolatés en milieu de perception.

Ces belles perspectives d'enrichissement en fibres des goûters fourrés, basées sur les limites sensorielles doivent cependant être modérées par les limites techniques. L'ajout d'inuline pose des problèmes de maniabilité de la pâte par les machines et de couleur du produit. Divers paramètres doivent être ajustés pour envisager une production industrielle.

### 3.5 Impact des reformulations sur l'apport en fibres de la population française

Afin d'évaluer l'impact que pourrait avoir l'amélioration de la teneur en fibres de chaque famille de produits (pain-baguette, biscotte, goûter fourré et biscuit de petit-déjeuner), identifiée comme acceptable d'un point de vue sensoriel, sur l'apport en fibres de la population française, des simulations ont été réalisées.

Il s'agit pour cela, de comparer l'apport en fibres totales de la population française avant (apport de référence) et après l'amélioration de chaque famille de produits testés. Les apports en fibres ont été évalués à partir des données de consommation issues de l'enquête INCA2 (relevés des consommations alimentaires de 7 jours consécutifs de 4000 français représentatifs de la population française ; Afssa 2006-2007) croisées avec les données de composition de la table Ciqua<sup>6</sup>. Le croisement de ces données permet ainsi de déterminer les apports moyens journaliers totaux en fibres pour deux populations (adultes – 18 à 79 ans et enfants – 3 à 17 ans). Les simulations réalisées constituent une estimation potentielle de l'impact que pourraient avoir les améliorations identifiées comme acceptables dans le cadre de ce projet. Les taux d'amélioration identifiés à partir d'une seule recette ont été extrapolés à tous les actes de consommation présents dans la base INCA2 correspondant aux familles de produits testés. On considère ainsi que le marché des produits testés s'est amélioré en moyenne du taux identifié dans le projet à partir d'une seule recette, ce qui constitue une hypothèse optimiste.

Les résultats observés sont encourageants et montrent que la reformulation de produits céréaliers serait un vecteur intéressant pour augmenter les apports en fibres de la population française. Ainsi, dans le cas de la baguette, la teneur en fibres pourrait être augmentée d'environ 30% : si l'on rapporte cela à la consommation moyenne quotidienne de pain-baguette (72,87 g/jour), la reformulation conduirait pour un adulte à consommer 0,73g de fibres en plus. Pour un enfant le gain serait moindre : 0,38g (38,43g de pain/jour). Dans le cas des biscottes, malgré un fort potentiel d'enrichissement le gain d'apport quotidien ne serait que de 0,09g de fibres par jour chez l'adulte, compte tenu du faible niveau de consommation de biscottes par la population (1,35 g de biscotte/jour). En tenant compte des résultats des 4 produits testés dans le cadre de ce projet, l'amélioration des teneurs en fibres de ces produits permettrait d'augmenter l'apport en fibres de 0,86 g/jour chez l'adulte.

## Conclusion

Face à la nécessité d'augmenter l'apport en fibres dans nos régimes alimentaires, le projet Céréfibres avait pour objectif de tester le potentiel d'enrichissement en fibres de plusieurs produits céréaliers, sans affecter l'appréciation des produits par les consommateurs. Le frein sensoriel étant l'un des principaux facteurs limitant la consommation de produits riches en fibres, il était important de privilégier la dimension sensorielle et l'acceptabilité des produits comme premier critère de décision sur les limites d'enrichissement en fibres acceptables pour le consommateur. Dans la mesure où l'objectif visait à toucher le plus grand nombre de consommateurs, en travaillant sur des produits courants (baguette, biscotte, biscuits de petit déjeuner et goûters fourrés), la stratégie d'enrichissement en fibres des recettes a été mise en place sans utiliser de levier de communication sur les bénéfices des fibres. Toutes les recettes ont été testées « à l'aveugle » et évaluées par les consommateurs sur la base de leurs seules propriétés intrinsèques.

Ces travaux ont montré qu'il était possible pour certains produits d'accroître la quantité de fibres dans les recettes. Toutefois, les conclusions ne peuvent être étendues à l'ensemble des produits céréaliers car l'étude montre que la réponse dépend à la fois du type de produit et du type de fibres ajoutées. La méthode mise en œuvre dans le cadre du projet Céréfibres pourrait être dupliquée sur d'autres types de produits.

<sup>6</sup> Table de composition nutritionnelle des aliments – ANSES - <https://ciqua.anses.fr/>

Les perspectives obtenues en termes d'augmentation de l'apport en fibres dans le régime alimentaire peuvent sembler modeste au vu des 6 à 7 g/jour d'apport en fibres supplémentaire recommandé, toutefois en élargissant les efforts à d'autres produits céréaliers (au-delà des 4 gammes testées) le gain pourrait être significatif. De plus, les produits céréaliers ne contribuent que pour environ 30% aux apports en fibres dans notre régime alimentaire, cette part peut être augmentée notamment via l'enrichissement en fibres, mais des efforts peuvent également être faits sur les autres produits contributeurs.

Nous rappelons que ces résultats, bien que encourageants, restent établis sur des modèles optimistes : d'une part car les simulations sont basées sur une hypothèse selon laquelle le marché des produits testés s'est amélioré en moyenne du taux d'enrichissement identifié dans le projet à partir d'une seule recette ; d'autre part car nous avons retenu des seuils d'enrichissement basés sur les seules limites sensorielles. Or les travaux menés avec les industriels partenaires du projet montrent que des contraintes technologiques et économiques pourraient rendre difficiles l'application des niveaux d'enrichissement envisagés.

Ils nous rassurent cependant sur le frein sensoriel qui ne constitue finalement pas un facteur limitant à l'enrichissement des produits en fibres, de façon systématique.

### Références bibliographiques

AFSSA, 2009. Rapport de l'étude Individuelle Nationale des Consommation (INCA 2) 2006–2007, AFSSA, Paris

ANSES, 2017. Rapport de l'étude Individuelle Nationale des Consommation (INCA 3) 2014-2015, ANSES Paris.

Estruch R., Martinez-Gonzalez M.A., Corella D., Basora-Gallisa J., Ruiz-Gutierrez V., Covas M.I., Fiol M., Gomez-Gracia E., Lopez-Sabater M.C., Escoda R., et al., 2009. Effects of dietary fibre intake on risk factors for cardiovascular disease in subjects at high risk. *Journal of Epidemiology and Community Health* 63, 582–588.

Martin C., Chiron H., Issanchou S., 2013, Impact of dietary fiber enrichment on the sensory characteristics and acceptance of french baguettes. *Journal of Food Quality* 36, 324-333.

Pineau N., Schlich P., Cordelle S., Mathonnière C., Issanchou S., Imbert A., Rogeaux M., Etiévant P., Köster E., 2009. Temporal Dominance of Sensations: Construction of the TDS curves, and comparison with time–intensity, *Food Quality and Preference* 20, 450–455.

Schlich P., 2017. Temporal Dominance of Sensations (TDS): a new deal for temporal sensory analysis. *Food Science* 15, 38–42.

Veronese N., Solmi M., Caruso M.G., Giannelli G., Osella A.R., Enavgelou E., Maggi S., Fontana L., Stubbs B., Tzoulaki L., 2018. Dietary fiber and health outcomes: an umbrella review of systematic reviews and meta-analyses, *The American Journal of Clinical Nutrition*, Volume 107, Issue 3, 436-444.

Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 3.0).



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « Innovations Agronomiques », la date de sa publication, et son URL ou DOI).