Zürcher Hochschule
für Angewandte Wissenschaften

Life Sciences und
Facility Management

ILGI Institut für Lebensmittel-
und Getränkeinnovation

Guide

Réduction de la teneur en sucre dans les céréales pour petit-déjeuner: faisabilité technologique et perception sensorielle

N° SIMAP du projet: (17050) 341

Cezanne, M.-L., Julius, N., Brombach, C. et Bongartz, A.

30.01.2020

Résumé

La teneur en sucre de trois catégories de céréales pour petit-déjeuner (céréales cuites, flocons et céréales directement expansées) a été réduite au moyen de différentes méthodes. Une série de tests «A» – «not A» réalisés auprès de consommateurs a ensuite permis de vérifier l'applicabilité des approches sélectionnées à l'objectif d'une réduction « silencieuse » du sucre. Les résultats montrent que, pour les céréales cuites, l'adjonction d'un liant à base de fibres solubles est la méthode la plus efficace pour diminuer la teneur en sucres ajoutés; la réduction peut atteindre 20 %. Dans la catégorie des flocons (flakes), la méthode du «contraste sensoriel» permet une réduction des sucres ajoutés allant jusqu'à 22 %. Enfin, la méthode «arôme» garantit elle aussi une baisse des sucres ajoutés pouvant atteindre 20 % pour les céréales directement expansées dans le cadre d'une adaptation graduelle.

Table des matières

1. Introduction / Projet 5
2. Fabrication des céréales pour petit-déjeuner 7
2.1 Fabrication des céréales cuites (Crunchy, Granola) 7
2.2 Fabrication des flocons 11
2.3 Fabrication des céréales directement expansées 13
3. Analyse sensorielle 16
3.1 Céréales cuites (Crunchy, Granola) 17
3.1.1 Nature 17
3.1.2 Fruits 19
3.1.3 Chocolat 21
3.1.4 Synthèse des résultats obtenus pour les céréales cuites (Crunchy, Granola) 22
3.2 Flocons 23
3.2.1 Nature 23
3.2.2 Fruits 25
3.2.3 Chocolat 27
3.2.4 Synthèse des résultats obtenus pour les flocons 29
3.3 Céréales directement expansées 30
3.3.1 HoneyBalls 30
3.3.2 ChocoBalls 31
3.3.3 HoneyPops 32
3.3.4 Synthèse des résultats obtenus pour les céréales directement expansées 33
4. Intervalles 34
5. Efficacité / rentabilité / faisabilité 39
6. Conclusion 43
Ouvrages de référence 45
Index des figures 46
Index des tableaux 47

Index des abréviations

OSAV	Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires
$CaCO_3$	Carbonate de calcium
CPD	Céréales pour petit-déjeuner
réd.	Réduction
resp.	Respectivement
TSI	Teneur en sucre initiale
ZHAW	Haute école spécialisée zurichoise

1. Introduction / Projet

Le présent guide s'appuie sur le projet «Réduction de la teneur en sucre dans les céréales pour petit-déjeuner: faisabilité technologique et perception sensorielle» mis en œuvre par la Haute école spécialisée zurichoise (ZHAW) sur mandat de l'Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (OSAV). Outre la ZHAW, divers partenaires industriels ont apporté une contribution décisive à la réussite du projet.

Ce guide s'adresse aux fabricants[1] de céréales pour petit-déjeuner et, notamment, à leurs départements de recherche et de développement; il revient pour l'essentiel sur les possibilités de réduction du sucre évaluées au cours du projet et doit permettre de répondre aux questions suivantes:

1. Quelles sont les méthodes et mesures permettant de réduire significativement la teneur en sucres ajoutés dans les céréales pour petit-déjeuner?
2. Quel peut être le taux de réduction maximal à chaque palier sans que les consommateurs le détectent («réduction silencieuse»)?

Les catégories de produits utilisées pour répondre à ces questions ont été prescrites par l'OSAV. Il s'agissait, pour les trois catégories (céréales cuites, flocons et céréales directement expansées) et les trois saveurs (nature, fruits et chocolat) retenues, de développer des échantillons ayant une teneur en sucre réduite par rapport aux produits d'origine, puis de les évaluer sur la base des questions précédentes.

Les méthodes sélectionnées à cet effet sont décrites en détail dans le présent guide, qui compare le niveau de réussite (pourcentage de réduction possible) pour chaque catégorie de produit.

La Figure 1 (cf. page suivante) décrit le déroulement général du projet.

[1] Pour assurer une meilleure lisibilité, seule la forme masculine est utilisée dans ce document. Elle s'applique bien évidemment aux personnes des deux sexes.

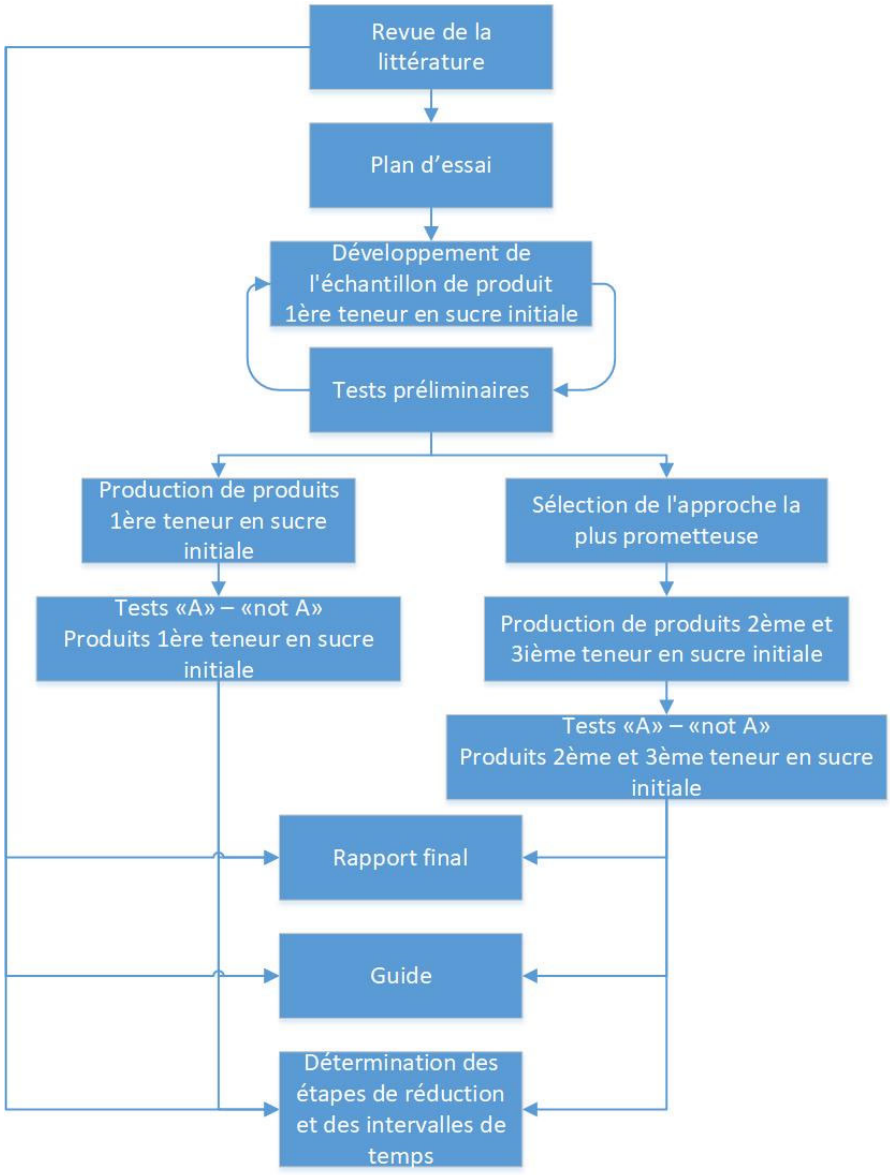

Figure 1: schéma du déroulement du projet

2. Fabrication des céréales pour petit-déjeuner

Ce chapitre décrit brièvement les processus de fabrication des produits analysés (céréales cuites, flocons et céréales directement expansées) ainsi que les méthodes retenues pour réduire la teneur en sucre. Les paramètres spécifiques à la fabrication et les recettes utilisées ne peuvent être indiqués, car ils varient sensiblement en fonction de l'entreprise ou du produit considéré.

Le Tableau 1 ci-dessous détaille les catégories de produits, les saveurs et les teneurs en sucre initiales (TSI). Les données du Tableau 1 reflètent la teneur en sucres ajoutés de produits disponibles sur le marché suisse et ont servi de base à la mise au point des standards et des variantes réduites en sucre. L'objectif consistait à analyser trois méthodes différentes de réduction du sucre pour une première teneur en sucre initiale, puis d'appliquer la méthode la plus prometteuse aux deux autres TSI.

Tableau 1: vue d'ensemble des produits et teneur en sucre initiale

Catégorie	Variété	Teneur en sucre initiale (g) pour 100 g		
		1	2	3
Céréales cuites	Nature	20	17	14
	Fruits	20	15	10
	Chocolat	25	22	19
Flocons	Nature	25	20	15
	Fruits	15	10	---
	Chocolat	25	20	---
Céréales directement expansées	Nature	35	25	15
	Fruits	---	---	---
	Chocolat	30	25	20

Le Tableau 2 indique les méthodes de réduction du sucre analysées au cours du projet.

Tableau 2: méthodes de réduction du sucre analysées

	Méthode 1	Méthode 2	Méthode 3
Céréales cuites (Crunchy, Granola)	Prégélatinisation	Utilisation de liants basés sur des fibres solubles	Contraste sensoriel (couches avec différents taux de sucre)
Flocons	Utilisation de $CaCO_3$ dans la préparation	Contraste sensoriel (mélange de flocons présentant un taux de sucre variable)	Utilisation d'arôme (vanille) dans la préparation
Céréales directement expansées	Utilisation de $CaCO_3$ dans l'enrobage	Utilisation d'arôme (modificateur) dans l'enrobage	Enrobage constitué de plusieurs couches ayant des taux de sucre différents

2.1 Fabrication des céréales cuites (Crunchy, Granola)

Les céréales cuites ont été confectionnées au Backwarentechnikum (Centre des technologies de la pâtisserie) de la ZHAW. Les recettes ont été mises à disposition par un partenaire industriel. La Figure 2

décrit le déroulement général de la fabrication des variétés nature, fruits et chocolat ainsi que les matières premières utilisées.

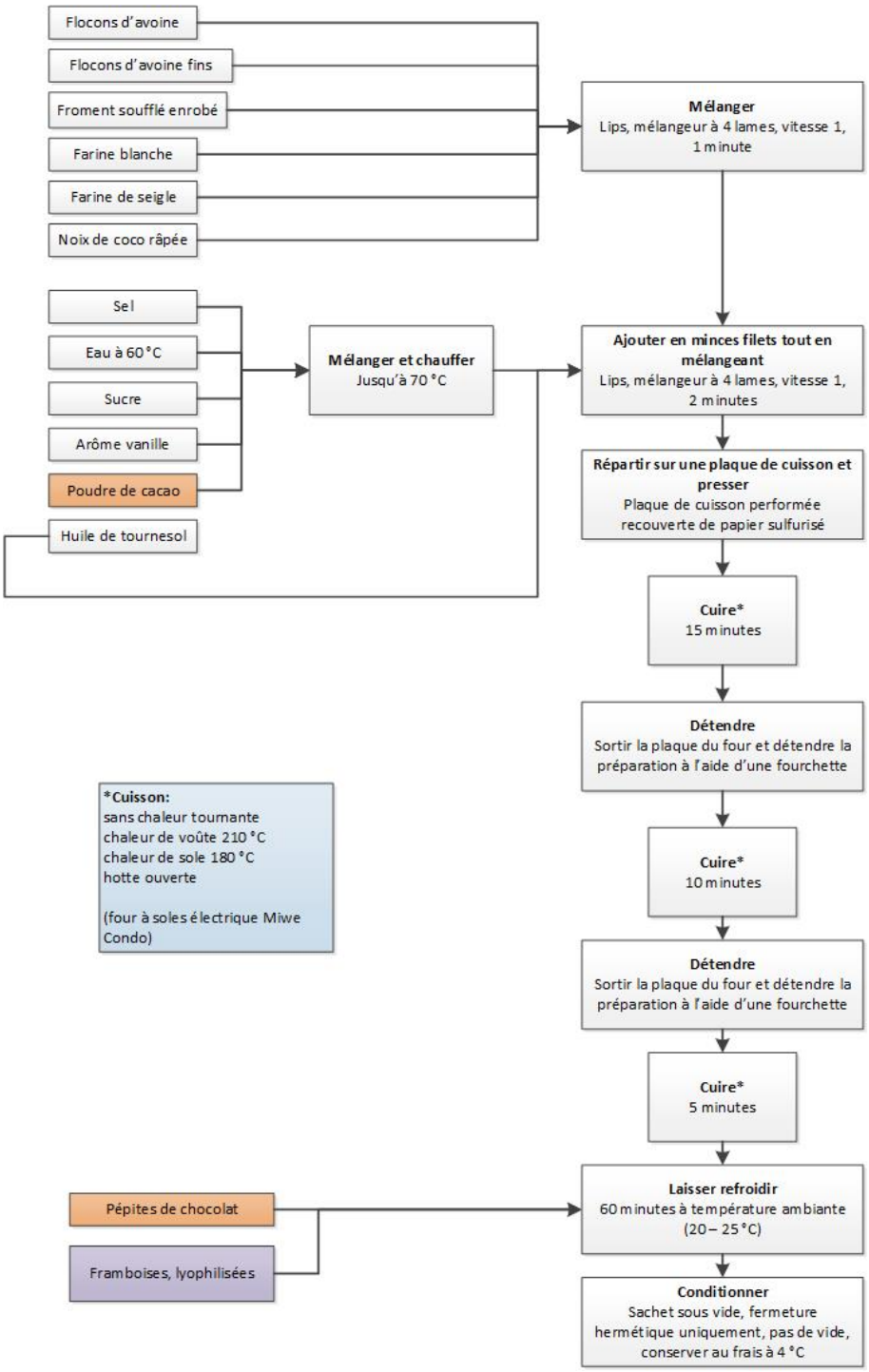

Figure 2: organigramme de la fabrication des céréales cuites (blanc = recette de base/nature; orange = ingrédients supplémentaires pour la variété au chocolat; violet = ingrédients supplémentaires pour la variété aux fruits)

Le Tableau 3 contient les ingrédients utilisés dans les différentes variétés.

Tableau 3: ingrédients utilisés pour les céréales cuites

Nature	Fruits	Chocolat
• Flocons d'avoine • Flocons d'avoine fins • Froment soufflé enrobé • Farine blanche • Farine de seigle • Noix de coco râpée • Sucre • Eau à 60 °C • Sel • Arôme vanille • Huile de tournesol	• Flocons d'avoine • Flocons d'avoine fins • Froment soufflé enrobé • Farine blanche • Farine de seigle • Noix de coco râpée • Framboises lyophilisées • Sucre • Eau à 60 °C • Sel • Arôme vanille • Huile de tournesol	• Flocons d'avoine • Flocons d'avoine fins • Froment soufflé enrobé • Farine blanche • Farine de seigle • Noix de coco râpée • Poudre de cacao • Pépites de chocolat • Sucre • Eau à 60 °C • Sel • Arôme vanille • Huile de tournesol

Pour fabriquer les céréales cuites, les ingrédients secs (flocons d'avoine, flocons d'avoine fins, froment soufflé enrobé, farine blanche, farine de seigle, noix de coco râpée) ont d'abord été mélangés pendant une minute. L'huile de tournesol et le sirop déjà préparé ont été ajoutés puis la masse a de nouveau été mélangée pendant deux minutes. Le sirop a été obtenu en chauffant de l'eau sur une cuisinière à gaz, en y ajoutant la quantité nécessaire de sucre, d'arôme vanille, de sel et de cacao en poudre (pour la variété au chocolat) puis en mélangeant jusqu'à dissolution de tous les ingrédients. La préparation a ensuite été divisée en deux blocs de 1,5 kg, étalée sur une plaque de cuisson de 31 cm x 40 cm à l'aide d'une spatule en plastique, pressée puis placée au four (chaleur de voûte: 210 °C, chaleur de sole: 180 °C, arrivée d'air ouverte) pendant 15 minutes. Les céréales ont été sorties du four, assouplies à l'aide de deux fourchettes, replacées dans le four pour 10 minutes à la même température puis de nouveau assouplies. Elles ont ensuite été remises au four pendant 5 minutes. La variété nature a été réfrigérée puis conditionnée dans des sachets en plastique hermétiques. La variété au chocolat a été réfrigérée une première fois, mélangée avec des morceaux de chocolat, puis entièrement réfrigérée et emballée. La préparation fruitée a été mélangée à la quantité définie de framboises lyophilisées avant d'être conditionnée.

Pour les méthodes de réduction du sucre indiquées dans le Tableau 2, les modifications apportées au processus standard ont été les suivantes :

- *prégélatinisation*: la part de flocons indiquée dans la recette a été augmentée et la part de sucre proportionnellement réduite. La moitié des flocons d'avoine fins a été préalablement mélangée au double de sa quantité en eau, chauffée pendant 10 minutes puis ajoutée à la préparation de base. Le temps de cuisson a été ajusté à trois passages de 15 minutes.
- *utilisation de liants basés sur des fibres solubles:* des fibres solubles (liants, par exemple Promitor (maltodextrine) de Tate&Lyle) ont été ajoutées et la part de sucre indiquée dans la recette a été proportionnellement réduite. Le liant a été ajouté avec l'eau, le sucre, le sel et l'arôme vanille. Le deuxième passage au four a été prolongé de 10 à 15 minutes.

- *contraste sensoriel (couches avec différents taux de sucre)*: deux préparations ont été confectionnées: une préparation «normale» (correspondant à la teneur en sucre initiale), et une préparation moins sucrée. Pour la variété avec teneur en sucre réduite, la part de sucre indiquée dans la recette a été diminuée et la part de flocons a été augmentée. Les deux préparations ont été confectionnées séparément puis déposées en couches sur la plaque de cuisson perforée; 1re couche: teneur en sucre «normale», 2e couche: teneur en sucre réduite, 3e couche: teneur en sucre «normale», soit deux tiers de préparation «normalement» sucrée et un tiers de préparation réduite en sucre. Le processus de cuisson n'a pas été modifié.

2.2 Fabrication des flocons

Les flocons ont été produits par extrusion. La Figure 3 ci-dessous représente le processus de confection général, identique pour les trois saveurs (nature, fruits, chocolat).

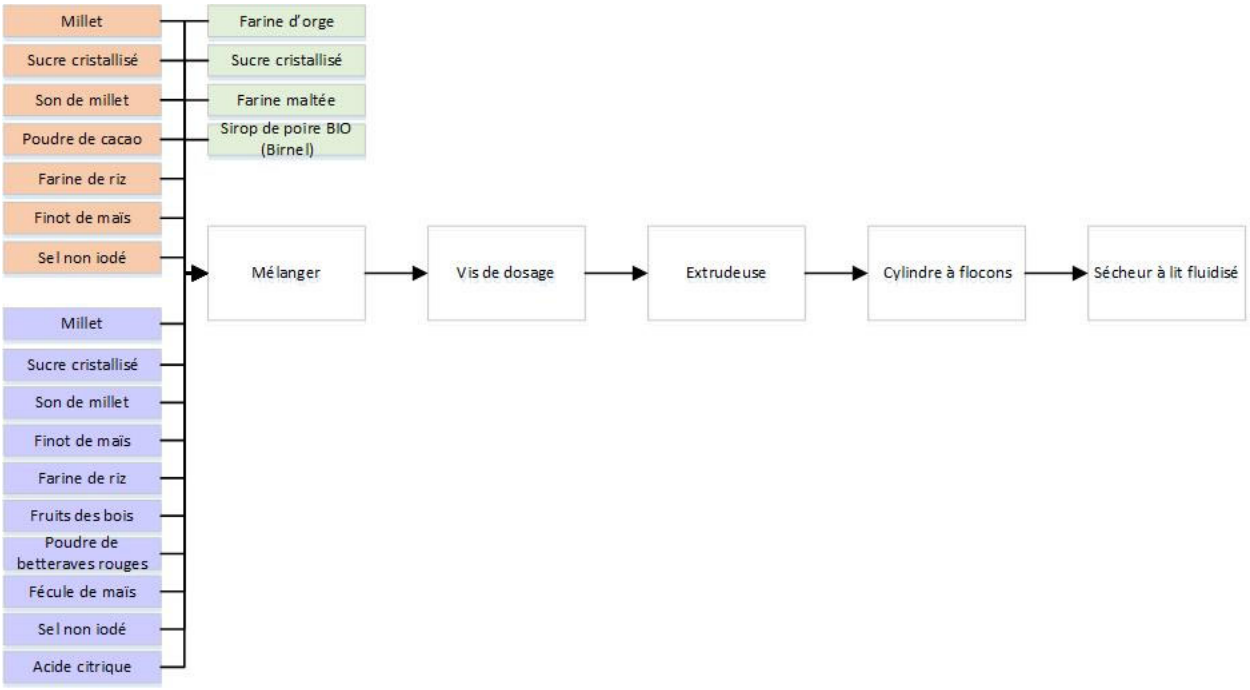

Figure 3: organigramme de la fabrication des flocons (modifié selon B. Menge, communication personnelle 18.07.2019)
(vert = ingrédients de la variété nature; orange = ingrédients de la variété au chocolat; violet = ingrédients de la variété aux fruits)

Le Tableau 4 contient les ingrédients utilisés dans les différentes variétés.

Tableau 4: ingrédients utilisés pour les flocons

Nature	Fruits	Chocolat
• Farine d'orge • Sucre cristallisé • Farine maltée • Sirop de poire BIO (Birnel)	• Millet • Sucre cristallisé • Son de Millet • Farine/Finot de maïs • Farine de riz • Fruits des bois • Poudre de betteraves rouges • Fécule de maïs • Sel non iodé • Acide citrique	• Millet • Sucre cristallisé • Son de Millet • Poudre de cacao • Farine de riz • Farine/Finot de maïs • Sel non iodé

Pour confectionner les flocons, tous les ingrédients ont été mélangés puis introduits dans l'extrudeuse via une vis de dosage. Les extrudats ont ensuite été compressés dans un cylindre à flocons par deux rouleaux lisses. Le produit obtenu a été séché avant l'emballage final.

Pour les méthodes de réduction du sucre indiquées dans le Tableau 2, les modifications apportées au processus standard ont été les suivantes :

- *utilisation de $CaCO_3$ dans la préparation:* du carbonate de calcium (par exemple Calcipur d'Omya) et des fibres solubles (liants, par exemple Promitor (maltodextrine) de Tate&Lyle) ont été ajoutés et la part de sucre indiquée dans la recette a été proportionnellement réduite.
- *contraste sensoriel (mélange de flocons présentant un taux de sucre variable)*: deux variétés de flocons ont été produites: des flocons «normalement» sucrés (selon la TSI) et des flocons à teneur en sucre réduite. Pour la seconde variété, la part de sucre indiquée dans la recette a été diminuée et la part de céréales augmentée (avec une hausse supplémentaire de la quantité de cacao en poudre pour la variété au chocolat et de la part de fruits des bois pour la variété fruitée). Les deux variétés de flocons ont été produites séparément puis mélangées dans des proportions différentes.
- *utilisation d'arôme (vanille) dans la préparation:* de l'arôme vanille (par exemple Givaudan) et des fibres solubles (liants, par exemple Promitor (maltodextrine) de Tate&Lyle) ont été ajoutés et la part de sucre de la recette a été proportionnellement réduite.

2.3 Fabrication des céréales directement expansées

Contrairement aux variétés cuites et aux flocons, dont trois variétés ont été analysées (nature, fruits et chocolat), seules deux saveurs (nature et chocolat) ont été étudiées dans la catégorie des céréales directement expansées. En remplacement, deux versions de la variété nature (qui inclue les «produits au miel») ont été testées: l'une avec des extrudats («balls») et l'autre avec du blé dur soufflé («pops»).

La confection des «balls» s'est appuyée sur le processus d'extrusion (voir Figure 4) suivi par un enrobage. Les «pops» (blé dur soufflé) ont été produits à l'aide d'un canon souffleur[2] puis enrobés. La méthode d'enrobage était la même dans les deux cas (voir Figure 5).

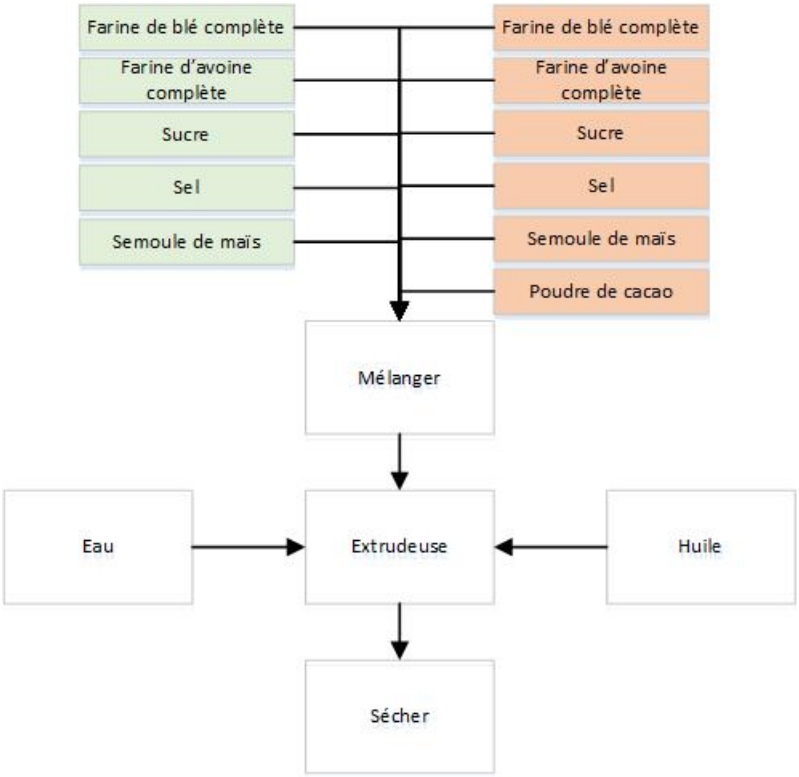

Figure 4: organigramme de la fabrication des «balls» (modifié selon D. Adeline, communication personnelle du 22.08.2019)
(vert = ingrédients de base des HoneyBalls; orange = ingrédients de base des ChocoBalls)

[2] Les «pops» non enrobés ayant été achetés, le processus correspondant n'est pas représenté ici.

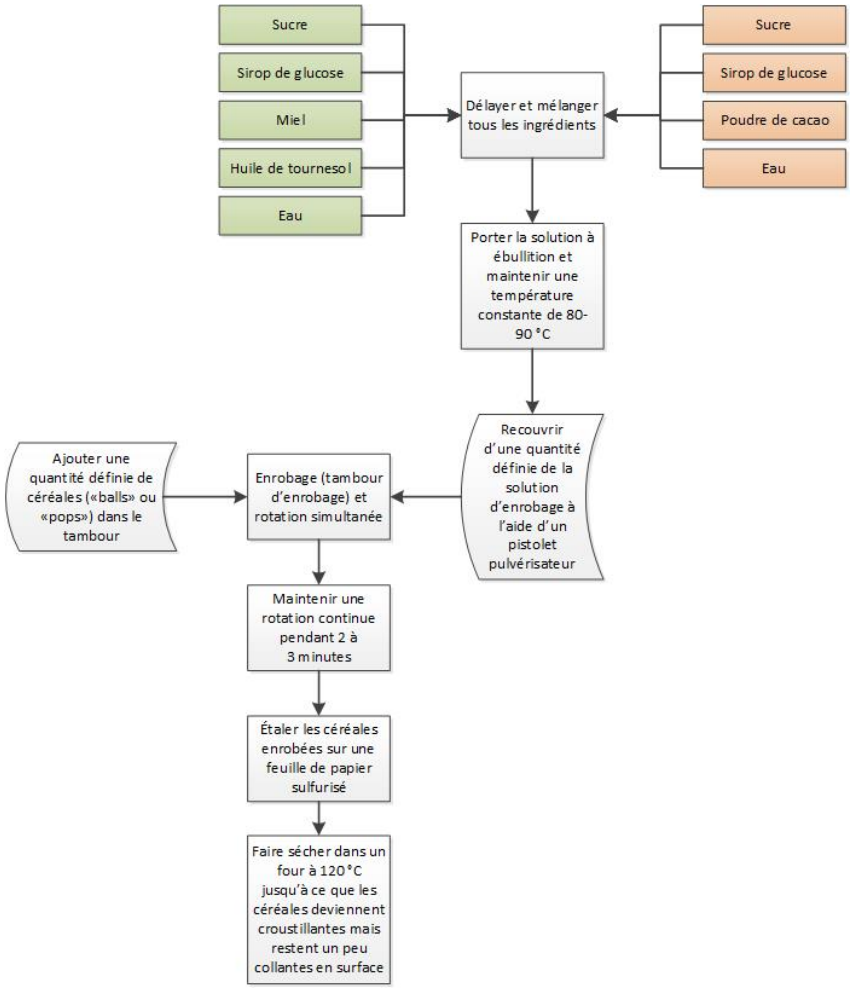

Figure 5: organigramme de l'enrobage des céréales directement expansées (vert = ingrédients utilisés pour l'enrobage des HoneyBalls et HoneyPops; orange = ingrédients utilisés pour l'enrobage des ChocoBalls)

Le Tableau 5 contient les ingrédients utilisés dans les différentes variétés.

Tableau 5: ingrédients utilisés pour les céréales directement expansées

	HoneyBalls	**ChocoBalls**	**HoneyPops**
Base	• Farine de blé complète • Farine d'avoine complète • Sucre • Sel • Semoule de maïs	• Farine de blé complète • Farine d'avoine complète • Sucre • Sel • Semoule de maïs • Poudre de cacao	• Blé dur soufflé

	HoneyBalls	**ChocoBalls**	**HoneyPops**
Enrobage	• Sucre • Sirop de glucose • Miel • Huile de tournesol • Eau	• Sucre • Sirop de glucose • Poudre de cacao • Eau	• Sucre • Sirop de glucose • Miel • Huile de tournesol • Eau

Comme la teneur en sucre de cette catégorie de produit a été réduite seulement au niveau de l'enrobage, seul ce processus est décrit brièvement ci-après. Pour produire le coulis d'enrobage[3], tous les ingrédients ont été mélangés puis portés à ébullition. Le coulis a ensuite été pulvérisé sur la préparation de base («pops» ou «balls») préalablement transférée dans un tambour d'enrobage. Après la pulvérisation, la rotation s'est poursuivie pendant 2 à 3 minutes supplémentaires. Les céréales directement expansées ont dès lors été étalées sur une feuille de papier sulfurisé puis séchées dans le four à 120 °C.

Pour les méthodes de réduction du sucre indiquées dans le Tableau 2, les modifications apportées au processus standard ont été les suivantes :

- *utilisation de $CaCO_3$ dans l'enrobage:* du carbonate de calcium (par exemple Calcipur d'Omya) et des fibres solubles (liants, par exemple Promitor (maltodextrine) de Tate&Lyle) ont été ajoutés et la part de sucre et de sirop de glucose indiquée dans la recette a été proportionnellement réduite;
- *utilisation d'arôme (modificateur) dans l'enrobage:* un arôme modificateur[4] (par exemple Givaudan) et des fibres solubles (liants, par exemple Promitor (maltodextrine) de Tate&Lyle) ont été ajoutés et la part de sucre et de sirop de glucose indiquée dans la recette a été proportionnellement réduite.
- *enrobage constitué de plusieurs couches ayant des taux de sucre différents:* malheureusement, il n'a pas été possible de mettre en œuvre la variante de l'enrobage multicouche dans les délais définis pour le projet. La faisabilité technologique de cette méthode est toutefois admise. Une alternative qui n'a toutefois pas été testée pour les céréales directement expansées, mais s'est avérée convaincante pour les flocons consiste à mélanger des «balls» ou des «pops» sucrés avec des moins sucrés.

[3] Coulis d'enrobage = préparation liquide appliquée sur les CPD

[4] L'arôme modificateur se compose de diverses substances aromatiques présentes dans une concentration (sous-jacente) non perceptible.

3. Analyse sensorielle

Pour estimer la réduction de sucre maximale possible à chaque palier d'adaptation sans que le consommateur perçoive la différence, les produits développés ont fait l'objet de tests sensoriels auprès de divers groupes de consommateurs. La méthode appliquée est celle du test «A» – «not A». Le principe de base consiste à remettre aux testeurs un premier produit «A» avec lequel ils doivent se familiariser. Ils reçoivent ensuite plusieurs échantillons et doivent décider chaque fois s'il s'agit oui ou non de l'échantillon «A» (ISO 8588:2017, DIN 10972:2003). Dans la présente étude, l'échantillon «A» représentait le produit standard, contenant la teneur en sucre initiale sans réduction.

Les résultats des tests sont réunis dans les tableaux ci-dessous et commentés brièvement.

3.1 Céréales cuites (Crunchy, Granola)

3.1.1 Nature

Le Tableau 6 indique les résultats obtenus pour la teneur en sucre initiale 1 et le Tableau 7 ceux des teneurs en sucre initiales 2 et 3. Comme indiqué au chapitre 2, trois méthodes différentes de réduction du sucre ont été développées pour une première teneur en sucre initiale et la méthode la plus prometteuse a ensuite été appliquée aux deux autres TSI.

Tableau 6: résultats du test «A» – «not A» pour les céréales cuites nature avec TSI 1

	Prégélatinisation		Utilisation de liants basés sur des fibres solubles		Contraste sensoriel	
	-3,8 % (20,7 g de sucres ajoutés)	-13,5 % (18,6 g de sucres ajoutés)	-11,5 % (19,1 g de sucres ajoutés)	-20,2 % (17,2 g de sucres ajoutés)	-4,5 % (20,6 g de sucres ajoutés)	-14,1 % (18,5 g de sucres ajoutés)
TSI 1 (21,5 g de sucres ajoutés / 100 g = 100 %)	✘	✘	✓	✓	✘	✓

Légende:
✘ → Écart notable par rapport au produit standard
✓ → Aucun écart notable par rapport au produit standard
TSI →Teneur en sucre initiale

Tableau 7: résultats du test «A» – «not A» pour les céréales cuites nature avec TSI 2 et 3

	Utilisation de liants basés sur des fibres solubles	
	-10,1 % (16,6 g de sucres ajoutés)	-15,2 % (15,6 g de sucres ajoutés)
TSI 2 (18,4 g de sucres ajoutés / 100 g = 100 %)	✓	✘
	-20,2 % (12,2 g de sucres ajoutés)	-27,0 % (11,1 g de sucres ajoutés)
TSI 3 (15,3 g de sucres ajoutés / 100 g = 100 %)	✘	✘

Légende:
✘ → Écart notable par rapport au produit standard
✓ → Aucun écart notable par rapport au produit standard
TSI →Teneur en sucre initiale

Pour la méthode «prégélatinisation», les testeurs ont effectivement perçu la réduction en sucre de la variété nature. Cette approche ne semble donc pas convenir à une réduction silencieuse de la teneur en sucre.

La méthode «utilisation de liants basés sur des fibres solubles» fonctionne pour tous les paliers de réduction testés avec la teneur en sucre initiale 1, mais pas avec les teneurs initiales inférieures (2 et 3).

Les résultats de la méthode du contraste sensoriel, pour leur part, ne sont pas concluants. Le palier correspondant à la plus faible réduction en sucre (-3,8 %) affiche un écart notable par rapport à l'échantillon standard, tandis que celle correspondant à la plus forte diminution en sucre (-13,5 %) ne montre pas de différence significative. En d'autres termes, la réduction en sucre, pourtant plus élevée, n'a pas été perçue par les testeurs au second palier. Le test «A» – «not A» porte uniquement sur l'existence ou non d'une différence entre les produits «not A» et «A», sans préciser en quoi les produits se distinguent l'un de l'autre. D'un point de vue purement théorique, il est donc possible que la première réduction (-3,8 %) soit davantage perçue parce qu'elle est ressentie comme plus sucrée («surcompensation») et que les échantillons dans lesquels le sucre a été le plus réduit se rapprochent, au niveau sensoriel, de la formule standard.

3.1.2 Fruits

Le Tableau 8 indique les résultats obtenus pour la teneur en sucre initiale 1 et le Tableau 9 ceux des teneurs en sucre initiales 2 et 3. Comme indiqué au chapitre 2, trois méthodes différentes de réduction du sucre ont été développées pour une première teneur en sucre initiale et la méthode la plus prometteuse a ensuite été appliquée aux deux autres TSI.

Tableau 8: résultats du test «A» – «not A» pour les céréales cuites aux fruits avec TSI 1

	Prégélatinisation		Utilisation de liants basés sur des fibres solubles		Contraste sensoriel	
	-4,6 % (20,6 g de sucres ajoutés)	-13,3 % (18,8 g de sucres ajoutés)	-11,5 % (19,2 g de sucres ajoutés)	-20,1 % (17,3 g de sucres ajoutés)	-4,5 % (20,7 g de sucres ajoutés)	-14,1 % (18,6 g de sucres ajoutés)
TSI 1 (21,6 g de sucres ajoutés / 100 g = 100 %)	✘	✘	✘	✓	✘	✓

Légende:
✘ → Écart notable par rapport au produit standard
✓ → Aucun écart notable par rapport au produit standard
TSI →Teneur en sucre initiale

Tableau 9: résultats du test «A» – «not A» pour les céréales cuites aux fruits avec TSI 2 et 3

	Utilisation de liants basés sur des fibres solubles	
	-12,1 % (13,6 g de sucres ajoutés)	-18,1 % (12,6 g de sucres ajoutés)
TSI 2 (15,4 g de sucres ajoutés / 100 g = 100 %)	✘	✘
	-16,3% (9,6 g de sucres ajoutés)	-24,4% (8,6 g de sucres ajoutés)
TSI 3 (11,4 g de sucres ajoutés / 100 g = 100 %)	✘	✘

Légende:
✘ → Écart notable par rapport au produit standard
✓ → Aucun écart notable par rapport au produit standard
TSI →Teneur en sucre initiale

Pour la méthode «prégélatinisation», les testeurs ont également perçu la réduction en sucre de la variété fruitée. Cette approche ne semble donc pas convenir à une réduction silencieuse de la teneur en sucre.

Les résultats des méthodes «utilisation de liants basés sur des fibres solubles» et «contraste sensoriel», pour leur part, ne sont pas concluants. Comme pour la variété nature, il est possible qu'un goût sucré plus prononcé soit perçu lors du premier palier (réduction plus faible) par rapport à la formule standard

(«surcompensation»), ce qui expliquerait les écarts ressentis. Les résultats des tests basés sur des réductions plus importantes montrent toutefois qu'une réduction silencieuse est possible également pour cette variété.

Pour les teneurs en sucre initiales plus faibles (TSI 2 et 3), la réduction du sucre obtenue par la méthode «utilisation de liants basés sur des fibres solubles» a été perçue par les testeurs, tout au moins avec les réductions par palier mises en œuvre. Il est possible que les taux choisis aient été trop élevés.

3.1.3 Chocolat

Le Tableau 10 indique les résultats obtenus pour la teneur en sucre initiale 1 et le Tableau 11 ceux des teneurs en sucre initiales 2 et 3. Comme indiqué au chapitre 2, trois méthodes différentes de réduction du sucre ont été développées pour une première teneur en sucre initiale et la méthode la plus prometteuse a ensuite été appliquée aux deux autres TSI.

Tableau 10: résultats du test «A» – «not A» pour les céréales cuites au chocolat avec TSI 1

	Prégélatinisation		Utilisation de liants basés sur des fibres solubles		Contraste sensoriel	
	-11,7 % (23,5 g de sucres ajoutés)	-18,6 % (21,6 g de sucres ajoutés)	-17,5 % (21,9 g de sucres ajoutés)	-24,5 % (20,1 g de sucres ajoutés)	-15,6 % (22,4 g de sucres ajoutés)	-23,4 % (20,4 g de sucres ajoutés)
TSI 1 (26,6 g de sucres ajoutés / 100 g = 100 %)	✘	✘	✘	✘	✘	✘

Légende:
✘ → Écart notable par rapport au produit standard
✓ → Aucun écart notable par rapport au produit standard
TSI →Teneur en sucre initiale

Tableau 11: résultats du test «A» – «not A» pour les céréales cuites au chocolat avec TSI 2 et 3

	Utilisation de liants basés sur des fibres solubles	
	-11,9 % (20,7 g de sucres ajoutés)	-15,9 % (19,7 g de sucres ajoutés)
TSI 2 (23,5 g de sucres ajoutés / 100 g = 100 %)	✓	✘
	-9,1% (18,6 g de sucres ajoutés)	-13,7 % (17,6 g de sucres ajoutés)
TSI 3 (20,4 g de sucres ajoutés / 100 g = 100 %)	✓	✘

Légende:
✘ → Écart notable par rapport au produit standard
✓ → Aucun écart notable par rapport au produit standard
TSI →Teneur en sucre initiale

Aucune méthode n'a été concluante pour la variété au chocolat. Il est possible que les taux de réduction choisis aient été trop élevés.

Pour les teneurs en sucre initiales inférieures, la méthode «utilisation de liants basés sur des fibres solubles» fonctionne aux premiers paliers de réduction.

3.1.4 Synthèse des résultats obtenus pour les céréales cuites (Crunchy, Granola)

Les résultats montrent que, pour les céréales cuites, l'adjonction d'un liant basé sur des fibres solubles est la méthode la plus efficace pour diminuer la teneur en sucres ajoutés même si elle n'a pas été concluante pour toutes les saveurs et teneurs en sucre initiales. Cela s'explique probablement par les taux trop élevés des paliers de réduction. Les deux autres méthodes testées (prégélatinisation et contraste sensoriel) sont moins probantes et aucun palier de réduction n'a pu être recommandé pour les saveurs et TSI utilisées. En outre, la mise en œuvre de ces deux variantes est plus complexe d'un point de vue technologique que celle du produit liant (cf. chapitre 5).

3.2 Flocons

3.2.1 Nature

Le Tableau 12 indique les résultats obtenus pour la teneur en sucre initiale 2 et le Tableau 13 ceux des teneurs en sucre initiales 1 et 3. Comme indiqué au paragraphe «Fabrication des céréales pour petit-déjeuner», trois méthodes différentes de réduction du sucre ont été développées pour une première teneur en sucre initiale et la méthode la plus prometteuse a ensuite été appliquée aux deux autres TSI.

Tableau 12: résultats du test «A» – «not A» pour les flocons nature avec TSI 2

	«Carbonate de calcium»		Contraste sensoriel		«Arôme»	
	-13,7 % (17,6 g de sucres ajoutés)	-28,0 % (14,7 g de sucres ajoutés)	-17,6 % (16,8 g de sucres ajoutés)	-22,0 % (15,9 g de sucres ajoutés)	-10,3 % (18,3 g de sucres ajoutés)	-26,2 % (15,1 g de sucres ajoutés)
TSI 2 (20,4 g de sucres ajoutés / 100 g = 100 %)	✓	✗	✓	✓	✗	✗

Légende:
✗ → Écart notable par rapport au produit standard
✓ → Aucun écart notable par rapport au produit standard
TSI →Teneur en sucre initiale

Tableau 13: résultats du test «A» – «not A» pour les flocons nature avec TSI 1 et 3

	Contraste sensoriel	
	-11,8 % (22,4 g de sucres ajoutés)	-17,7 % (20,9 g de sucres ajoutés)
TSI 1 (25,4 g de sucres ajoutés / 100 g = 100 %)	✓	✓
	-6,5 % (14,4 g de sucres ajoutés)	-13,0% (13,4 g de sucres ajoutés)
TSI 3 (15,4 g de sucres ajoutés / 100 g = 100 %)	✓	✓

Légende:
✗ → Écart notable par rapport au produit standard
✓ → Aucun écart notable par rapport au produit standard
TSI →Teneur en sucre initiale

Pour la méthode «arôme», les testeurs ont effectivement perçu la réduction en sucre de la variété nature. Il est possible ici que l'arôme vanille ajouté n'ait pas résisté à l'extrusion (effet de chaleur) et que le résultat souhaité n'ait pu être atteint.

La méthode «carbonate de calcium» est concluante pour le premier palier de réduction (-13,7 %), mais le second palier (-28 %) semble trop élevé.

La méthode «contraste sensoriel» est efficace pour les trois teneurs en sucre initiales et tous les paliers de réduction testées.

3.2.2 Fruits

Le Tableau 14 indique les résultats obtenus pour la teneur en sucre initiale 1 et le Tableau 15 ceux de la teneur en sucre initiale 2. Seules deux teneurs en sucre initiales (cf. Tableau 1) ayant été définies pour la variété aux fruits, trois méthodes différentes de réduction du sucre ont été développées pour une teneur en sucre initiale et deux de ces approches ont ensuite été maintenues.

Tableau 14: résultats du test «A» – «not A» pour les flocons aux fruits avec TSI 1

	«Carbonate de calcium»		Contraste sensoriel		«Arôme»	
	-18,5 % (12,3 g de sucres ajoutés)	-37,1 % (9,3 g de sucres ajoutés)	-18,3 % (12,3 g de sucres ajoutés)	-22,8 % (11,6 g de sucres ajoutés)	-12,6 % (13,2 g de sucres ajoutés)	-31,9 % (10,3 g de sucres ajoutés)
TSI 1 (15,1 g de sucres ajoutés / 100 g = 100 %)	✓	✓	✓	✓	✗	✗

Légende:
✗ → Écart notable par rapport au produit standard
✓ → Aucun écart notable par rapport au produit standard
TSI →Teneur en sucre initiale

Tableau 15: résultats du test «A» – «not A» pour les flocons aux fruits avec TSI 2

	Contraste sensoriel		«Arôme»	
	-4,8 % (10,6 g de sucres ajoutés)	-9,6 % (10,0 g de sucres ajoutés)	-17,1 % (9,2 g de sucres ajoutés)	-33,3 % (7,4 g de sucres ajoutés)
TSI 2 (11,1 g de sucres ajoutés / 100 g = 100 %)	✓	✓	✗	✓

Légende:
✗ → Écart notable par rapport au produit standard
✓ → Aucun écart notable par rapport au produit standard
TSI →Teneur en sucre initiale

Les deux méthodes «carbonate de calcium» et «contraste sensoriel» s'avèrent concluantes pour les deux paliers de réduction testés avec la teneur en sucre initiale 1. Pour la teneur en sucre initiale 2, la méthode «contraste sensoriel» fait également ses preuves aux deux paliers de réduction.

Pour la méthode «arôme», les testeurs ont effectivement perçu la réduction en sucre de la variété aux fruits avec TSI 1. Comme indiqué pour la variété nature, il est possible que l'arôme vanille ajouté n'ait pas résisté à l'extrusion (effet de chaleur) et que le résultat souhaité n'ait pu être atteint. Dans le cas de la teneur en sucre initiale 2, le résultat de cette méthode défie toutefois la logique: en effet, le palier correspondant à la plus faible réduction en sucre (-17,1 %) affiche un écart notable par rapport

à l'échantillon standard, tandis que celui correspondant à la plus forte diminution en sucre (-33,3 %) ne montre pas de différence significative. Comme ce constat s'applique uniquement à la variété aux fruits, il ne peut s'expliquer par un phénomène de «surcompensation» comme pour la méthode de contraste sensoriel utilisée dans les variétés cuites. De nouveaux tests réalisés avec des paliers de réduction intermédiaires pourraient permettre d'expliquer ce résultat. L'on pourrait également envisager de procéder à des analyses d'arôme pour savoir si l'arôme vanille est décelable dans le produit final.

3.2.3 Chocolat

Le Tableau 16 indique les résultats obtenus pour la teneur en sucre initiale 2 et le Tableau 17 ceux de la teneur en sucre initiale 3. Seules deux teneurs en sucre initiales (cf. Tableau 1) ayant été définies pour la variété au chocolat, trois méthodes différentes de réduction du sucre ont été développées pour une teneur en sucre initiale et deux de ces approches ont ensuite été maintenues.

Tableau 16: résultats du test «A» – «not A» pour les flocons au chocolat avec TSI 2

	«Carbonate de calcium»		Contraste sensoriel		«Arôme»	
	-13,9 % (17,4 g de sucres ajoutés)	-28,4 % (14,5 g de sucres ajoutés)	-29,5 % (14,2 g de sucres ajoutés)	-36,9 % (12,7 g de sucres ajoutés)	-11,4 % (17,9 g de sucres ajoutés)	-25,9 % (15,0 g de sucres ajoutés)
TSI 2 (20,2 g de sucres ajoutés / 100 g = 100 %)	✘	✓	✘	✘	✘	✘

Légende:
✘ → Écart notable par rapport au produit standard
✓ → Aucun écart notable par rapport au produit standard
TSI →Teneur en sucre initiale

Tableau 17: résultats du test «A» – «not A» pour les flocons au chocolat avec TSI 1

	«Carbonate de calcium»		Contraste sensoriel	
	-11,1 % (22,4 g de sucres ajoutés)	-21,8 % (19,7 g de sucres ajoutés)	-11,8 % (22,2 g de sucres ajoutés)	-17,7 % (20,7 g de sucres ajoutés)
TSI 1 (25,2 g de sucres ajoutés / 100 g = 100 %)	✓	✓	✓	✓

Légende:
✘ → Écart notable par rapport au produit standard
✓ → Aucun écart notable par rapport au produit standard
TSI →Teneur en sucre initiale

La méthode «carbonate de calcium» s'avère concluante pour les deux paliers de réduction testés avec la teneur en sucre initiale 1, mais fournit un résultat illogique pour la teneur en sucre initiale 2: en effet, le palier correspondant à la plus faible réduction en sucre (-13,9 %) affiche un écart notable par rapport à l'échantillon standard, tandis que celui correspondant à la plus forte diminution en sucre (-28,4 %) ne montre pas de différence significative.

La méthode «contraste sensoriel» est concluante pour les deux paliers de réduction testés avec la teneur en sucre initiale 1; pour la teneur en sucre initiale 2, les testeurs ont perçu chaque réduction.

Dans le cas de la méthode «arôme», les testeurs ont également remarqué la réduction de la teneur en sucre. Celle-ci ne fonctionne pas non plus pour la variété au chocolat. Cette approche ne semble donc pas convenir à une réduction silencieuse de la teneur en sucre dans les flocons au chocolat.

3.2.4 Synthèse des résultats obtenus pour les flocons

Les deux méthodes «carbonate de calcium» et «contraste sensoriel» peuvent être recommandées pour la catégorie des flocons. Ces approches sont en outre réalisables moyennant une charge de travail limitée (cf. chapitre 5). Le contraste sensoriel présente l'avantage de ne nécessiter aucune matière première supplémentaire.

3.3 Céréales directement expansées

3.3.1 HoneyBalls

Le Tableau 18 indique les résultats obtenus pour la teneur en sucre initiale 1 et le Tableau 19 ceux des teneurs en sucre initiales 2 et 3. Deux méthodes différentes de réduction ont été développées pour la première teneur en sucre initiale et la méthode la plus prometteuse a ensuite été appliquée aux deux autres TSI.

Tableau 18: résultats du test «A» – «not A» pour les HoneyBalls avec TSI 1

	«Arôme»		«Carbonate de calcium»	
	-6,2 % (31,7 g de sucres ajoutés)	-12,3 % (29,7 g de sucres ajoutés)	-4,4 % (32,3 g de sucres ajoutés)	-6,5 % (31,6 g de sucres ajoutés)
TSI 1 (33,8 g de sucres ajoutés / 100 g = 100 %)	✓	✓	✓	✗

Légende:
✗ → Écart notable par rapport au produit standard
✓ → Aucun écart notable par rapport au produit standard
TSI →Teneur en sucre initiale

Tableau 19: résultats du test «A» – «not A» pour les HoneyBalls avec TSI 2 et 3

	«Arôme»	
	-5,4 % (22,6 g de sucres ajoutés)	-10,9 % (21,3 g de sucres ajoutés)
TSI 2 (23,9 g de sucres ajoutés / 100 g = 100 %)	✓	✓
	-3,8 % (13,1 g de sucres ajoutés)	-7,3% (12,6 g de sucres ajoutés)
TSI 3 (13,6 g de sucres ajoutés / 100 g = 100 %)	✓	✓

Légende:
✗ → Écart notable par rapport au produit standard
✓ → Aucun écart notable par rapport au produit standard
TSI →Teneur en sucre initiale

La méthode «arôme» est concluante pour les trois TSI et les deux paliers de réduction analysés.

La méthode «carbonate de calcium» s'avère également prometteuse pour la teneur en sucre initiale 1 et le premier palier de réduction (la moins élevée) dans l'optique d'une réduction silencieuse.

3.3.2 ChocoBalls

Le Tableau 20 indique les résultats obtenus pour la teneur en sucre initiale 1 et le Tableau 21 ceux des teneurs en sucre initiales 2 et 3. Deux méthodes différentes de réduction ont été développées pour la première teneur en sucre initiale et la méthode la plus prometteuse a ensuite été appliquée aux deux autres TSI.

Tableau 20: résultats du test «A» – «not A» pour les ChocoBalls avec TSI 1

	«Arôme»		«Carbonate de calcium»	
	-6,5 % (27,2 g de sucres ajoutés)	-12,9 % (25,3 g de sucres ajoutés)	-4,3 % (27,8 g de sucres ajoutés)	-6,9 % (27,0 g de sucres ajoutés)
TSI 1 (29,0 g de sucres ajoutés / 100 g = 100 %)	✘	✓	✓	✓

Légende:
✘ → Écart notable par rapport au produit standard
✓ → Aucun écart notable par rapport au produit standard
TSI →Teneur en sucre initiale

Tableau 21: résultats du test «A» – «not A» pour les ChocoBalls avec TSI 2 et 3

	«Arôme»	
	-6,0 % (22,6 g de sucres ajoutés)	-12,0 % (21,2 g de sucres ajoutés)
TSI 2 (24,0 g de sucres ajoutés / 100 g = 100 %)	✓	✓
	-5,2 % (17,8 g de sucres ajoutés)	-10,5 % (16,9 g de sucres ajoutés)
TSI 3 (18,8 g de sucres ajoutés / 100 g = 100 %)	✓	✓

Légende:
✘ → Écart notable par rapport au produit standard
✓ → Aucun écart notable par rapport au produit standard
TSI →Teneur en sucre initiale

La méthode «arôme» est concluante pour les trois TSI. Dans le cas de la teneur en sucre initiale 1, le résultat de cette méthode défie toutefois la logique. En effet, aucune différence n'est relevée par rapport au produit standard lors du deuxième palier (diminution de -12,9 %), contrairement au premier palier (diminution de -6,5 %). Ici aussi, il est possible que la première réduction soit davantage perçue parce qu'elle est ressentie comme plus sucrée («surcompensation») et que les échantillons dans lesquels le sucre a été le plus réduit se rapprochent, au niveau sensoriel, de la formule standard. (cf. dernier paragraphe du chapitre 3.1.1).

La méthode «carbonate de calcium» s'avère également prometteuse pour la teneur en sucre initiale 1 et le premier palier de réduction dans l'optique d'une réduction silencieuse.

3.3.3 HoneyPops

Le Tableau 22 indique les résultats obtenus pour la teneur en sucre initiale 1 et le Tableau 23 ceux des teneurs en sucre initiales 2 et 3. Deux méthodes différentes de réduction ont été développées pour la première teneur en sucre initiale et la méthode la plus prometteuse a ensuite été appliquée aux deux autres TSI.

Tableau 22: résultats du test «A» – «not A» pour les HoneyPops avec TSI 1

	«Arôme»		«Carbonate de calcium»	
	-10,4 % (26,5 g de sucres ajoutés)	-17,5 % (24,4 g de sucres ajoutés)	-8,4 % (27,1 g de sucres ajoutés)	-10,9 % (26,4 g de sucres ajoutés)
TSI 1 (29,6 g de sucres ajoutés / 100 g = 100 %)	✓	✓	✓	✗

Légende:
✗ → Écart notable par rapport au produit standard
✓ → Aucun écart notable par rapport au produit standard
TSI →Teneur en sucre initiale

Tableau 23: résultats du test «A» – «not A» pour les HoneyPops avec TSI 2 et 3

	«Arôme»	
	-13,2 % (16,3 g de sucres ajoutés)	-20,4 % (14,9 g de sucres ajoutés)
TSI 2 (18,7 g de sucres ajoutés / 100 g = 100 %)	✓	✓
	-6,5 % (7,1 g de sucres ajoutés)	-13,0% (6,6 g de sucres ajoutés)
TSI 3 (7,6 g de sucres ajoutés / 100 g = 100 %)	✓	✓

Légende:
✗ → Écart notable par rapport au produit standard
✓ → Aucun écart notable par rapport au produit standard
TSI →Teneur en sucre initiale

La méthode «arôme» est concluante pour les trois TSI et les deux paliers de réduction analysés.

La méthode «carbonate de calcium» s'avère également prometteuse pour la teneur en sucre initiale 1 et le premier palier de réduction dans l'optique d'une réduction silencieuse.

3.3.4 Synthèse des résultats obtenus pour les céréales directement expansées

Dans le cadre d'une réduction silencieuse, les deux méthodes utilisées (carbonate de calcium et arôme) peuvent globalement être recommandées pour les céréales directement expansées. La méthode «arôme» devrait permettre une plus grande réduction des sucres ajoutés par palier de réduction et sa mise en œuvre est plus simple que celle de la méthode «carbonate de calcium». Les coûts induits par cette méthode sont toutefois plus élevés (pour une réduction de sucre similaire) (cf. chapitre 4).

4. Intervalles

Un intervalle de six mois à un an est conseillé entre chaque palier de réduction. Celui-ci dépend non seulement de la période d'accoutumance nécessaire au consommateur avant le palier suivant de réduction silencieuse, mais aussi de facteurs propres aux fabricants et de l'existence de stocks résiduels aux points de vente et chez les consommateurs. Cette recommandation repose aussi bien sur la faisabilité technologique (cf. rapport sur la recherche bibliographique) que sur des données documentées (Oliveira et al. 2016[5], d'Oliveira Pineli et al. 2016[6], MacGregor et Hashem 2014[7])[8].

Au regard des résultats du chapitre 3, les paliers de réduction indiqués dans les tableaux 24, 25 et 26 (TSI 1) sont recommandés par intervalle d'un an. Ces réductions devraient pouvoir être introduites sans que le consommateur ne le remarque. Ces recommandations s'appuient sur les résultats du projet et n'ont pas fait l'objet d'analyses prospectives approfondies.

[5] Oliveira, D., Reis, F., Deliza, R., Rosenthal, A., Giménez, A. et Ares, G. (2016): Difference thresholds for added sugar in chocolate-flavoured milk: Recommendations for gradual sugar reduction. Food Research International 89, 448–453.

[6] de Oliveira Pineli, L. L., de Aguiar, L. A., Fiusa, A., Braz de Assunçao Botelho, R., Zandonadi, R. P. et Melo, L. (2016): Sensory impact of lowering sugar content in orange nectars to design healthier, low-sugar industrialized beverages. Appetite 96, 239–244.

[7] MacGregor, G. A., et Hashem, K. M. (2014): Action on sugar – lessons from UK salt reduction programme. The Lancet, 383(9921), 929–931.

[8] Les articles référencés portent sur des boissons (nectar d'orange et lait chocolaté) et sur la réduction de la teneur en sel. Les recommandations émises reposent en grande partie sur des observations ou des expériences, et non sur des études.

Tableau 24: paliers de réduction et intervalles recommandés pour les céréales cuites

	Méthode de prégélatinisation			Méthode des liants			Méthode du contraste		
	Nature	Fruits	Chocolat	Nature	Fruits	Chocolat	Nature	Fruits	Chocolat
Teneur initiale en sucres ajoutés pour 100 g [g]	21,5	21,6	26,6	21,5	21,6	26,6	21,5	21,6	26,6
Réduction 1re année	Échec			-20 %	-20 %	-10 %	-14 %	-14 %	Échec
Teneur en sucres ajoutés après 1 an [g]				17,2	17,3	23,9	18,5	18,6	
Réduction 2e année				-10 %	Échec	-12 %			
Teneur en sucres ajoutés après 2 ans [g]				15,5		21,1			
Réduction 3e année				Échec		-9 %			
Teneur en sucres ajoutés après 3 ans [g]						19,2			

Légende: Champs grisés = produits non testés

Tableau 25: paliers de réduction et intervalles recommandés pour les flocons

	Méthode de l'arôme			Méthode du $CaCO_3$			Méthode du contraste		
	Nature	Fruits	Chocolat	Nature	Fruits	Chocolat	Nature	Fruits	Chocolat
Teneur initiale en sucres ajoutés pour 100 g [g]	25,4	15,1	25,2	20,4	15,1	25,2	25,4	15,1	25,2
Réduction 1re année		Échec		-14 %	-37 %	-22 %	-18 %	-23 %	-18 %
Nouvelle teneur initiale 1 [g]	20,4[9]	11,1[9]	20,2[9]	17,5	9,5	19,7	20,8	11,6	20,7
Réduction 2e année	Échec	-33 %	Échec			-28	-22 %	-10 %	Échec
Nouvelle teneur initiale 2 [g]		7,4				14,2	16,2	10,5	
Réduction 3e année							-13 %		
Teneur en sucres ajoutés après 3 ans [g]							14,1		

Légende: Champs grisés = produits non testés

[9] En l'absence de TSI plus élevées ou de résultat positif pendant le test, la TSI inférieure suivante a été utilisée.

Tableau 26: paliers de réduction et intervalles recommandés pour les céréales directement expansées

	Méthode de l'arôme			Méthode du $CaCO_3$		
	HoneyBalls	ChocoBalls	HoneyPops	HoneyBalls	ChocoBalls	HoneyPops
Teneur initiale en sucres ajoutés pour 100 g [g]	33,8	29	29,6	33,8	29	29,6
Réduction 1re année	-12 %	-13 %	-17 %	-4 %	-7 %	-11 %
Nouvelle teneur initiale 1 [g]	29,7	25,2	24,6	32,4	27,0	26,3
Réduction 2e année	-11 %	-12 %	-20 %			
Nouvelle teneur initiale 2 [g]	26,5	22,2	19,7			
Réduction 3e année	-7 %	-10 %	-13 %			
Teneur en sucres ajoutés après 3 ans [g]	24,6	20,0	17,1			

Légende: Champs grisés = produits non testés

Comme l'indiquent les valeurs des tableaux 24, 25 et 26, le taux de réduction du sucre dépend non seulement de la méthode sélectionnée, mais aussi de la catégorie et de la variété du produit.

Ainsi, pour les céréales cuites (Tableau 24), la méthode des liants associée à la variété au chocolat l'emporte sur les variétés aux fruits ou nature. Sur trois ans, il est possible – moyennant les paliers intermédiaires correspondants – de passer d'une teneur en sucre initiale de 26,6 g à une teneur de 19,2 g (pour 100 g).

Les valeurs obtenues pour les flocons (Tableau 25) révèlent ici aussi qu'il n'existe aucune méthode optimale pour réduire la teneur en sucre. La méthode du contraste s'impose pour la variété nature. Il semble en effet possible, grâce aux paliers intermédiaires, de réduire la part de sucres ajoutés de 25,4 g à 14,1 g pour 100 g en l'espace de trois ans. La méthode du $CaCO_3$, quant à elle, permet une réduction analogue (de 25,2 g à 14,2 g / 100 g) pour la variété au chocolat en deux ans.

Concernant les céréales directement expansées (Tableau 26), les résultats semblent un peu moins dépendants de la variété. Dans cette catégorie de produit, la réduction du sucre était portée par l'enrobage. La modification des recettes et de la fabrication étaient donc moins nombreuses que pour les flocons et les céréales cuites. Comme indiqué au chapitre 3.3 et suivants, les méthodes $CaCO_3$ et arôme ont été concluantes pour tous les produits testés (HoneyBalls, ChocoBalls, HoneyPops). Pour les HoneyBalls, il semble possible, grâce aux paliers intermédiaires, de réduire la part de sucres ajoutés de 33,8 g à 24,6 g en trois ans. Une réduction du même ordre est envisageable pour les ChocoBalls (de 29,0 g à 20,0 g) et les HoneyPops (de 29,6 g à 17,1 g).

5. Efficacité / rentabilité / faisabilité

Afin d'estimer sommairement la pertinence des méthodes analysées pour l'objectif de réduction du sucre, les aspects de l'efficacité, de la rentabilité et de la faisabilité ont été examinés durant la phase finale du projet. Ces analyses s'appuient sur des observations et sont donc de nature qualitative.

L'efficacité des approches retenues a été déterminée grâce aux résultats de l'analyse sensorielle, qui examine l'impact de chaque méthode sur la réduction du sucre (par exemple quelle part de sucre peut être réduite lors d'un palier).

La rentabilité et la faisabilité ont été analysées sur la base d'un questionnaire envoyé aux partenaires du projet, eux-mêmes fabricants, ainsi qu'à d'autres industriels de la branche. Ce questionnaire a été légèrement adapté en fonction de la catégorie de produit et de la participation au projet. Il a été traité par écrit. Neuf sociétés ont reçu ce document et sept l'ont retourné dûment rempli. L'un des destinataires n'a pas souhaité répondre aux questions et une seconde entreprise ne s'est pas manifestée.

Les coûts supplémentaires liés à la réduction du sucre jouent également un rôle déterminant pour la rentabilité. Les factures détaillées n'ont toutefois aucun intérêt au vu de la grande variabilité de certains coûts d'une entreprise à l'autre. Les calculs utilisés pour les commentaires saisis dans les tableaux 27, 28 et 29 reposent sur les prix suivants :

- sucre cristallisé: 60 CHF / 100 kg
- arôme modificateur resp. arôme vanille: env. 25,80 CHF / kg (Givaudan)
- carbonate de calcium: 40 CHF / 100 kg (Omya)
- Promitor: données confidentielles (Tate&Lyle via Impag SA)

Les tableaux 27, 28 et 29 ci-après résument les énoncés qualitatifs et les résultats des tests «A» – «not A» de chaque catégorie de produit en les comparant au processus ou à l'échantillon standard respectifs. Ils intègrent également la question des coûts.

Tableau 27: efficacité / rentabilité / faisabilité – Céréales cuites[10]

		Prégélatinisation	Utilisation de liants basés sur des fibres solubles	Contraste sensoriel
Conditions technologiques		Sans équipement supplémentaire	Sans équipement supplémentaire	Le cas échéant, achat d'un dispositif d'application des couches
Efficacité (paliers de réduction possibles)	**Nature**	Échec	Réduction possible de la teneur en sucres ajoutés de 10 % à 20 %	Non probant
	Fruits	Échec	Échec	Non probant
	Chocolat	Échec	Réduction possible de la teneur en sucres ajoutés de 9 % à 12 %	Échec
Faisabilité		Étape de travail supplémentaire requise; au besoin, modification des paramètres de fabrication	Au besoin, modification des paramètres de fabrication; hausse potentielle de la charge de travail due à la quantité d'ingrédients supplémentaires	Étapes de travail supplémentaires (confection de deux préparations et disposition en couches); au besoin, modification des paramètres de fabrication
Coûts		Surcoût lié aux étapes de travail supplémentaires (temps, énergie); surcoût en matières premières quasiment inexistant (remplacement du sucre cristallisé par des céréales/farines)	Surcoût d'environ 6 % si le sucre cristallisé ajouté est entièrement remplacé par des liants	Surcoût lié à l'achat éventuel du nouveau dispositif; surcoût en matières premières quasiment inexistant (remplacement du sucre cristallisé par des céréales/farines)

[10] La mention *«Non probant»* signifie que les résultats obtenus ne permettent aucune recommandation concrète, car l'étape correspondant à la plus faible réduction en sucre affiche un écart notable par rapport à l'échantillon standard (les testeurs ont perçu la moindre teneur en sucre), contrairement à la réduction plus élevée (les testeurs n'ont pas remarqué la diminution en sucre). La mention «*Échec»* signifie que toutes les étapes de réduction testées affichent un écart significatif par rapport à l'échantillon standard (les testeurs ont donc perçu la diminution de sucre; il est possible que les taux de réduction retenus aient été trop élevés).

Tableau 28: efficacité / rentabilité / faisabilité – Flocons[11]

		Carbonate de calcium	Contraste sensoriel	Arôme
Conditions technologiques		Sans équipement supplémentaire	Sans équipement supplémentaire	Sans équipement supplémentaire
Efficacité (paliers de réduction possibles)	**Nature**	Réduction de la teneur en sucres ajoutés pouvant atteindre 13,7 %	Réduction possible de la teneur en sucres ajoutés de 13 % à 22 %	Échec
	Fruits	Réduction de la teneur en sucres ajoutés pouvant atteindre 37 %	Réduction possible de la teneur en sucres ajoutés de 10 % à 23 %	Échec
	Chocolat	Réduction de la teneur en sucres ajoutés pouvant atteindre 22 %	Réduction de la teneur en sucres ajoutés pouvant atteindre 16 %	Échec
Faisabilité		Au besoin, modification des paramètres de fabrication; hausse potentielle de la charge de travail due à la quantité d'ingrédients supplémentaires	Aucune matière première supplémentaire	Au besoin, modification des paramètres de fabrication; hausse potentielle de la charge de travail due à la quantité d'ingrédients supplémentaires
Coûts		Le surcoût (pour 100 g) liés à une réduction du sucre cristallisé de 3 % par le $CaCO_3$ et le Promitor atteint environ 6 CHF	Surcoût limité (remplacement du sucre cristallisé par des céréales/farines)	Le surcoût (pour 100 g) lié à une réduction du sucre cristallisé de 3 % par un arôme et un liant se monte à environ 11,55 CHF

[11] La mention «*Non probant*» signifie que les résultats obtenus ne permettent aucune recommandation concrète, car l'étape correspondant à la plus faible réduction en sucre affiche un écart notable par rapport à l'échantillon standard (les testeurs ont perçu la moindre teneur en sucre), contrairement à la réduction plus élevée (les testeurs n'ont pas remarqué la diminution en sucre). La mention «*Échec*» signifie que toutes les étapes de réduction testées affichent un écart significatif par rapport à l'échantillon standard (les testeurs ont donc perçu la diminution de sucre; il est possible que les taux de réduction retenus aient été trop élevés).

Tableau 29: efficacité / rentabilité / faisabilité – Céréales directement expansées[12]

		Carbonate de calcium	Arôme
Conditions technologiques		Sans équipement supplémentaire	Sans équipement supplémentaire
Efficacité (paliers de réduction possibles)	**HoneyBalls**	Réduction possible de la teneur en sucres ajoutés de 4 %	Réduction possible de la teneur en sucres ajoutés de 7 % à 12 %
	ChocoBalls	Réduction possible de la teneur en sucres ajoutés de 7 %	Réduction possible de la teneur en sucres ajoutés de 10,5 % à 12 %
	HoneyPops	Réduction possible de la teneur en sucres ajoutés de 11 %	Réduction possible de la teneur en sucres ajoutés de 13 % à 20 %
Faisabilité		Modification des paramètres de fabrication uniquement; les fibres alimentaires (liants) et le calcium sont recommandés; hausse potentielle de la charge de travail due à la quantité d'ingrédients supplémentaires; le $CaCO_3$ est peu soluble; le coulis d'enrobage doit être mélangé en permanence, formation de mousse sous l'effet de chaleur; les fibres naturelles comme celles utilisées ici ne sont pas toujours disponibles en version bio, compatibilité limitée du $CaCO_3$ avec les produits bio	Modification des paramètres de fabrication uniquement; les fibres alimentaires (liants) sont recommandées; hausse potentielle de la charge de travail due à la quantité d'ingrédients supplémentaires; les fibres naturelles comme celles utilisées ici ne sont pas toujours disponibles en version bio, compatibilité limitée de la méthode arôme avec les produits bio
Coûts		Le surcoût (pour 100 g) lié à une réduction du sucre cristallisé de 3 % par le $CaCO_3$ et un liant atteint environ 6 CHF	Le surcoût (pour 100 g) lié à une réduction du sucre cristallisé de 3 % par un arôme et un liant se monte à environ 11,55 CHF

[12] La mention *«Non probant»* signifie que les résultats obtenus ne permettent aucune recommandation concrète, car l'étape correspondant à la plus faible réduction en sucre affiche un écart notable par rapport à l'échantillon standard (les testeurs ont perçu la moindre teneur en sucre), contrairement à la réduction plus élevée (les testeurs n'ont pas remarqué la diminution en sucre). La mention «*Échec»* signifie que toutes les étapes de réduction testées affichent un écart significatif par rapport à l'échantillon standard (les testeurs ont donc perçu la diminution de sucre; il est possible que les taux de réduction retenus aient été trop élevés).

6. Conclusion

La présente étude a démontré l'efficacité de diverses mesures de réduction du sucre pour les catégories et les variétés de produits définies. Le choix de la méthode dépend de la politique de l'entreprise, du portefeuille de produits, du groupe cible et, le cas échéant, d'autres facteurs déterminants. Les coûts et la charge de travail supplémentaires liés à la mise en œuvre restent plutôt limités dans le cas des méthodes retenues. Ceux-ci peuvent bien évidemment varier en fonction de l'équipement et du savoir-faire de l'entreprise.

Dans le cadre d'une analyse bibliographique, Hutchings et al. (2019)[13] ont résumé les possibilités existant actuellement pour réduire la teneur en sucres ajoutés. La Figure 6 représente ces options sous forme de schéma.

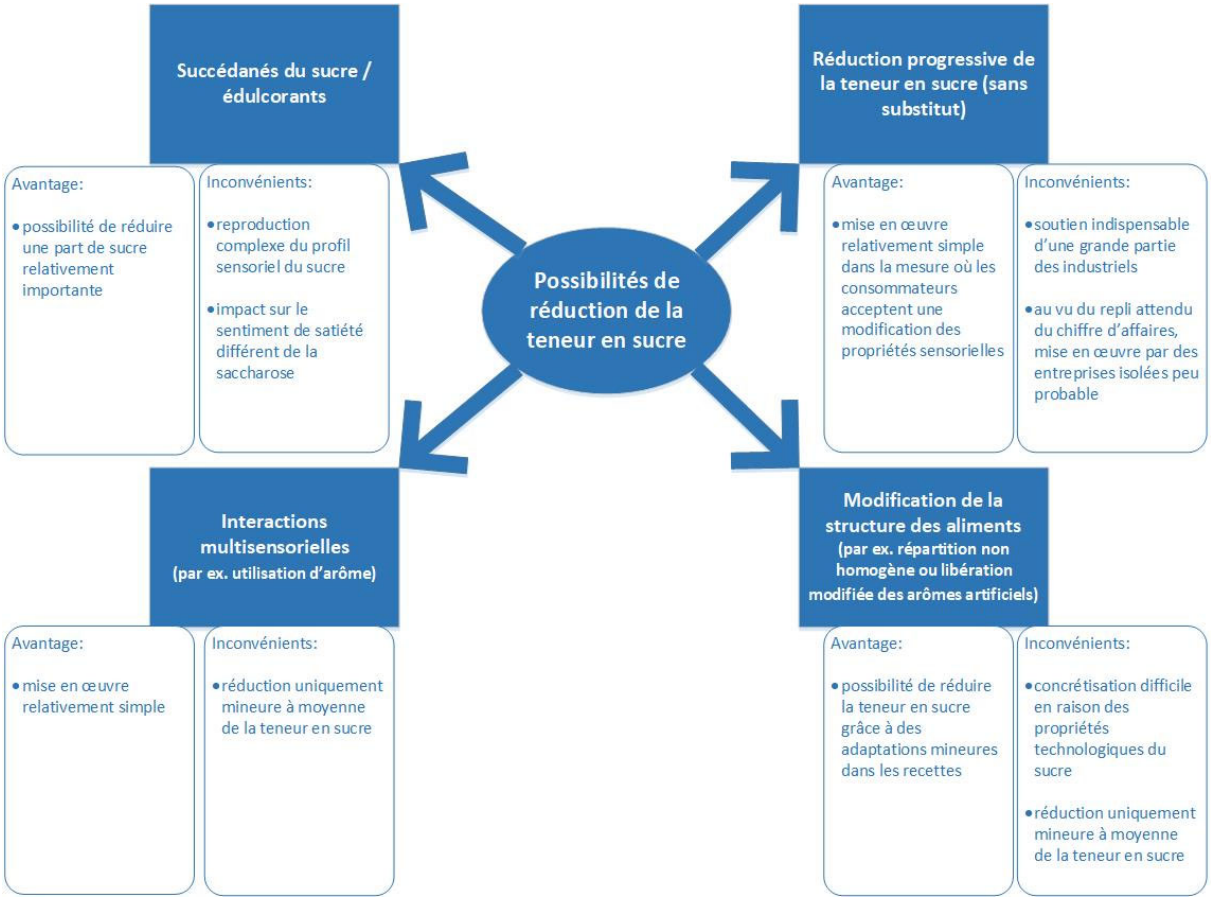

Figure 6: vue d'ensemble des options actuelles de réduction de la teneur en sucres ajoutés dans les denrées alimentaires (modifiée selon Hutchings et al. (2019))[14]

Conformément aux conclusions de Hutchings et al. (2019), la réduction substantielle de la teneur en sucres ajoutés sans modification des propriétés sensorielles est un enjeu de taille, quel que soit le

[13] Hutchings, S. C., Low, J. Y. Q. et Keast R. S. J. (2019): Sugar reduction without compromising sensory perception. An impossible dream? Critical Reviews in Food Science and Nutrition 59 (14), 2287–2307.
[14] Le mandant a exclu l'utilisation de succédanés du sucre et d'édulcorants dans ce projet.

produit alimentaire considéré. Ils recommandent donc de mettre en œuvre plusieurs options prévoyant des réductions faibles à moyennes par paliers qui n'entravent pas l'acceptabilité par les consommateurs.

Ces conclusions confirment les énoncés du présent guide (cf. rapport final «Réduction de la teneur en sucre dans les céréales pour petit-déjeuner: faisabilité technologique et perception sensorielle»): il est possible de procéder à des réductions faibles à moyennes par paliers, grâce à diverses méthodes, sans affecter la perception sensorielle (et sans recourir à des succédanés du sucre ou à des édulcorants).

Si l'on considère, par exemple, la réduction de la teneur en sucres ajoutés dans les flocons nature (par la méthode du contraste, cf. Tableau 25), la diminution pourrait être de 4,6 g la première année (25,4 g à 20,8 g), de 4,6 g la deuxième (20,8 g à 16,2 g) puis de 2,1 g la troisième (16,2 g à 14,1 g). En l'espace de trois ans, la mise en œuvre de paliers intermédiaires réfléchis pourrait donc permettre de réduire la teneur en sucres ajoutés de 11,3 g/100 g de CPD. Considérant les données sur la consommation de l'enquête menuCH, cela signifierait, en trois ans, une baisse de 1,17 g/jour de la quantité de sucre actuellement consommée en Suisse (dans l'hypothèse d'une consommation de 10,4 g de CPD par jour, source OSAV 2017[15]). Bien que relativement modérée, cette réduction de la teneur en sucres ajoutés est déterminante pour les personnes consommant une quantité importante de CPD. Les portions recommandées par les fabricants divergent certes les unes des autres, mais il est admis qu'une quantité normale correspond à 30-40 g de céréales. À raison de 30 g de CPD par jour, la réduction de la consommation de sucre s'élèverait donc à 3,4 g/jour (CPD uniquement) en l'espace de trois ans. Une réduction journalière plus importante de la consommation de sucre (incluant divers groupes cibles de la population) serait envisageable si plusieurs catégories de produits (par exemple CPD, yaourts, boissons sans alcool, etc.) faisaient l'objet d'une approche identique.

[15] Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (2017): fiche thématique Nutrition. Céréales, pommes de terre et légumineuses en Suisse 2014/15. https://www.blv.admin.ch/blv/fr/home/lebensmittel-und-ernaehrung/publikationen-und-forschung/statistik-und-berichte-ernaehrung.html (appelée le 23.03.2018)

Ouvrages de référence

Cezanne, M. – L., Julius, N., Brombach, C. et Bongartz, A. (2020): Rapport final – réduction de la teneur en sucre dans les céréales pour petit-déjeuner: faisabilité technologique et perception sensorielle.

de Oliveira Pineli, L. L., de Aguiar, L. A., Fiusa, A., Braz de Assunçao Botelho, R., Zandonadi, R. P. et Melo, L. (2016): Sensory impact of lowering sugar content in orange nectars to design healthier, low-sugar industrialized beverages. Appetite 96, 239–244.

Hutchings, S. C., Low, J. Y. Q. et Keast R. S. J. (2019): Sugar reduction without compromising sensory perception. An impossible dream? Critical Reviews in Food Science and Nutrition 59 (14), 2287–2307.

Oliveira, D., Reis, F., Deliza, R., Rosenthal, A., Giménez, A. et Ares, G. (2016): Difference thresholds for added sugar in chocolate-flavoured milk: Recommendations for gradual sugar reduction. Food Research International 89, 448–453.

Wise, P. M., Nattress, L., Flammer, L. J. et Beauchamp, G. K. (2016): Reduced dietary intake of simple sugars alters perceived sweet taste intensity but not perceived pleasantness. The American Journal of Clinical Nutrition 103 (1), 50–60.

Index des figures

Figure 1: schéma du déroulement du projet 6
Figure 2: organigramme de la fabrication des céréales cuites (blanc = recette de base/nature; orange = ingrédients supplémentaires pour la variété au chocolat; violet = ingrédients supplémentaires pour la variété aux fruits)..... 8
Figure 3: organigramme de la fabrication des flocons (modifié selon B. Menge, communication personnelle 18.07.2019) (vert = ingrédients de la variété nature; orange = ingrédients de la variété au chocolat; violet = ingrédients de la variété aux fruits)..... 11
Figure 4: organigramme de la fabrication des «balls» (modifié selon D. Adeline, communication personnelle du 22.08.2019) (vert = ingrédients de base des HoneyBalls; orange = ingrédients de base des ChocoBalls)..... 13
Figure5: organigramme de l'enrobage des céréales directement expansées (vert = ingrédients utilisés pour l'enrobage des HoneyBalls et HoneyPops; orange = ingrédients utilisés pour l'enrobage des ChocoBalls) 14
Figure 6: vue d'ensemble des options actuelles de réduction de la teneur en sucres ajoutés dans les denrées alimentaires (modifiée selon Hutchings et al. (2019)) 43

Index des tableaux

Tableau 1: vue d'ensemble des produits et teneur en sucre initiale 7
Tableau 2: méthodes de réduction du sucre analysées 7
Tableau 3: ingrédients utilisés pour les céréales cuites 9
Tableau 4: ingrédients utilisés pour les flocons 11
Tableau 5: ingrédients utilisés pour les céréales directement expansées 14
Tableau 6: résultats du test «A» – «not A» pour les céréales cuites nature avec TSI 1 17
Tableau 7: résultats du test «A» – «not A» pour les céréales cuites nature avec TSI 2 et 3 17
Tableau 8: résultats du test «A» – «not A» pour les céréales cuites aux fruits avec TSI 1 19
Tableau 9: résultats du test «A» – «not A» pour les céréales cuites aux fruits avec TSI 2 et 3 19
Tableau 10: résultats du test «A» – «not A» pour les céréales cuites au chocolat avec TSI 1 21
Tableau 11: résultats du test «A» – «not A» pour les céréales cuites au chocolat avec TSI 2 et 3 21
Tableau 12: résultats du test «A» – «not A» pour les flocons nature avec TSI 2 23
Tableau 13: résultats du test «A» – «not A» pour les flocons nature avec TSI 1 et 3 23
Tableau 14: résultats du test «A» – «not A» pour les flocons aux fruits avec TSI 1 25
Tableau 15: résultats du test «A» – «not A» pour les flocons aux fruits avec TSI 2 25
Tableau 16: résultats du test «A» – «not A» pour les flocons au chocolat avec TSI 2 27
Tableau 17: résultats du test «A» – «not A» pour les flocons au chocolat avec TSI 1 27
Tableau 18: résultats du test «A» – «not A» pour les HoneyBalls avec TSI 1 30
Tableau 19: résultats du test «A» – «not A» pour les HoneyBalls avec TSI 2 et 3 30
Tableau 20: résultats du test «A» – «not A» pour les ChocoBalls avec TSI 1 31
Tableau 21: résultats du test «A» – «not A» pour les ChocoBalls avec TSI 2 et 3 31
Tableau 22: résultats du test «A» – «not A» pour les HoneyPops avec TSI 1 32
Tableau 23: résultats du test «A» – «not A» pour les HoneyPops avec TSI 2 et 3 32
Tableau 24: paliers de réduction et intervalles recommandés pour les céréales cuites 35
Tableau 25: paliers de réduction et intervalles recommandés pour les flocons 36
Tableau 26: paliers de réduction et intervalles recommandés pour les céréales directement expansées 37
Tableau 27: efficacité / rentabilité / faisabilité – Céréales cuites 40
Tableau 28: efficacité / rentabilité / faisabilité – Flocons 41
Tableau 29: efficacité / rentabilité / faisabilité – Céréales directement expansées 42