

Méthodes et moyens pour réduire ou éliminer les gras trans dans les aliments

Le présent rapport examine les méthodes disponibles pour éliminer ou réduire les acides gras trans, produits industriellement, dans les produits alimentaires canadiens. Le rapport se penche sur des solutions de rechange aux gras trans ainsi que sur des innovations qui pourraient aider les Canadiens à atteindre l'objectif de santé publique.

Rapport préparé pour

**Direction générale des services à l'industrie et
aux marchés**

Agriculture et Agroalimentaire Canada

par

**S. J. Campbell Investments Ltd., Cochrane (Alberta)
Food BioTek Corporation, Toronto (Ontario)**

Le 31 mars 2005

Correspondance

Stewart J. Campbell, Ph.D., M.B.A., P.Ag.

S. J. Campbell Investments Ltd.

43 West Terrace Drive, Cochrane (Alberta) Canada T4C 1R5

Tél. : (403) 932-2372 Fax : (403) 932-2374 Courriel : sjcampbell_ltd@shaw.ca

Résumé

Depuis quelques temps déjà, les Canadiens sont sensibilisés aux effets sur la santé des acides gras trans produits industriellement au cours du raffinage des huiles. Les acides gras trans ont été reconnus comme jouant un rôle dans l'augmentation du taux sanguin de cholestérol LDL et dans la diminution du taux de cholestérol HDL, aussi appelé « bon cholestérol ». La diminution de la consommation d'acides gras trans est considérée comme un facteur important pour réduire le risque de coronaropathie. Selon certains experts, les acides gras trans, présentent, gramme pour gramme, un plus grand risque de coronaropathie que les acides gras saturés.

Le présent rapport examine les méthodes disponibles pour réduire ou éliminer les gras trans dans les aliments. Le rapport considère des solutions de rechange aux gras trans et se penche sur des possibilités novatrices qui pourraient aider le Canada à atteindre son objectif de santé publique. Enfin, le rapport examine si, sur le plan technologique, l'industrie canadienne est prête à éliminer ou à réduire le plus possible les acides gras trans, qui résultent de la transformation industrielle, dans la chaîne alimentaire canadienne.

Principaux intervenants

L'objectif visant à réduire les acides gras trans dans les aliments implique trois intervenants principaux avec des responsabilités et des rôles différents. Le défi consiste à harmoniser les intérêts et les activités de ces intervenants avec l'objectif de santé publique.

1. Industrie alimentaire

-  Modifier certaines pratiques de fabrication.
-  Obtenir des ressources pour mettre au point de nouveaux procédés et produits.

2. Consommateurs

-  Connaître les choix existant en matière de produits alimentaires.
-  Choisir des aliments et des modes de vie sains.

3. Gouvernements

-  Bien connaître la science et maîtriser la stratégie d'intervention.
-  Comprendre les impacts des changements apportés.
-  Orienter par le biais de la réglementation, de l'exemple et d'incitatifs.
-  Communiquer un message crédible et conséquent.

Pour réduire de façon importante, voire éliminer les gras trans du régime alimentaire des Canadiens, il serait souhaitable que la plupart des aliments vendus au détail ou offerts dans les établissements de restauration ne contiennent pas de gras trans ou qu'ils en contiennent très peu. Cependant, même si les fabricants réduisent la quantité de gras trans dans les produits alimentaires, le rythme de réduction des gras trans dans le régime alimentaire dépendra des choix que feront les consommateurs, c'est-à-dire s'ils achèteront ou non les nouveaux produits sans gras trans ou à faible teneur en gras trans mis en marché par l'industrie alimentaire.

Propriétés des huiles et des gras

Les huiles et les gras constituent la principale source d'énergie de l'organisme. Ce sont ces éléments qui véhiculent les saveurs et les vitamines, et ils contribuent aux sensations tactiles buccales des aliments. Dans la fabrication des aliments, les gras servent d'agent de transfert de chaleur, de lubrifiant, d'agent de démoulage et de texturant. Ces propriétés organoleptiques, fonctionnelles et nutritionnelles des huiles et des gras sont déterminées par leurs teneurs en acides palmitique (C16:0) et stéarique (C18:0), des acides gras saturés; en acide oléique (C18:1), un acide gras monoinsaturé (AGMI); en acides gras polyinsaturés (ACPI) (voir la figure I) et en acides gras trans.

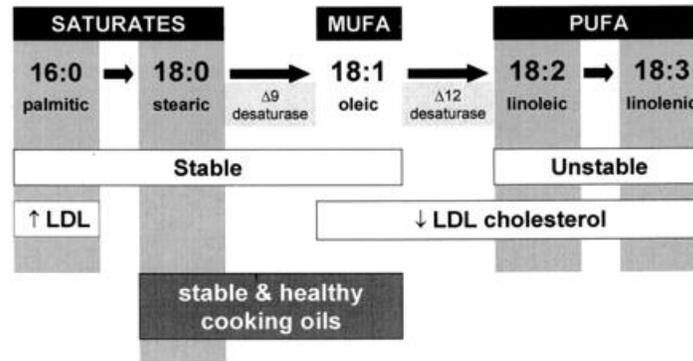


Figure I. Caractéristiques des huiles à friture ayant différents degrés d'insaturation

SATURATES = SATURÉS

MUFA = AGMI

PUFA = AGPI

palmitic = palmitique

stearic = stéarique

désaturase = désaturase

oleic = oléique

désaturase = désaturase

linoleic = linoléique

linolenic = linoléinique

Stable = Stable

Unstable = Instable

μ LDL = μ LDL

o LDL cholesterol = o cholestérol LDL

stable & healthy cooking oils = huiles à friture stables et saines

Les caractéristiques de fusion des gras déterminent leur utilité dans les produits alimentaires, tant en termes de comportement durant la transformation que pendant la consommation. L'augmentation du degré de saturation augmente le point de fusion des graisses, et convertit les huiles liquides en plastiques semi-solides ou en gras solides. Les gras saturés sont environ 10 fois plus stables que les huiles et les gras monoinsaturés, 100 fois plus stables que les di-insaturés et 1000 fois plus stables que les tri-insaturés.

Présence d'acides gras trans dans les aliments

Les acides gras trans proviennent principalement des huiles végétales partiellement hydrogénées. Cependant, 3 à 8 % des acides gras du beurre, du fromage, du lait, du bœuf et du mouton peuvent aussi être des acides gras trans. Ces derniers sont produits naturellement chez les animaux par l'hydrogénation enzymatique des gras insaturés.

Une étude d'Innis *et al.* de l'université de Colombie-Britannique a montré une importante variabilité dans la teneur en gras trans de 200 aliments achetés dans des magasins de détail et des établissements de restauration en 1999. Selon le produit alimentaire en question, les teneurs en gras trans variaient de 0 à plus de 60 % des matières grasses totales. La margarine, les plats cuisinés et les produits de boulangerie sont ceux qui présentaient les plus hauts taux d'acides gras trans par rapport à la quantité de matières grasses totale. Les margarines dures, puis les molles contenaient les plus hauts taux de gras trans en tant que pourcentage du produit alimentaire total.

L'industrie nord-américaine des huiles comestibles, comprenant les entreprises canadiennes, a fait des progrès importants dans la réduction des gras trans dans les aliments. De nombreuses marques d'aliments offrent maintenant des produits nouveaux ou établis à teneur faible, voire à teneur zéro en gras trans. Ce progrès a été confirmé dans un rapport récent portant sur plusieurs marques de produits de grignotage. L'analyse d'autres aliments se poursuit.

Aux fins du présent rapport, notre inspection des produits alimentaires dans un important supermarché montre que de nombreuses étiquettes mentionnent des teneurs réduites et souvent nulles (zéro) en acides gras trans, comparativement aux moyennes signalées dans l'étude d'Innis, faite en 1999. Avec les efforts de l'industrie alimentaire visant à réduire ou à éliminer les gras trans dans les aliments, les données de l'étude d'Innis *et al.* devraient peut-être être considérées comme des données historiques, et pas nécessairement représentatives de la teneur en acides gras trans des aliments en 2005, au Canada. Toutefois, d'après notre inspection des étiquettes des aliments, la teneur en gras trans des margarines dures et de certains autres aliments demeure préoccupante, certaines étiquettes mentionnant en effet des teneurs de ~35 % d'acides gras trans dans les matières grasses.

Méthodes dont dispose l'industrie pour réduire la teneur en gras trans

Il existe trois approches principales pour réduire ou éliminer les gras trans dans les aliments :

1. Personnalisation des variétés de cultures

- ✚ Les techniques de mutation et de transgénétique permettent aux phytogénéticiens d'incorporer tout un éventail de profils d'acides gras différents de ceux de la composition normale (originale) chez de nombreuses espèces d'oléagineux (voir la figure II).

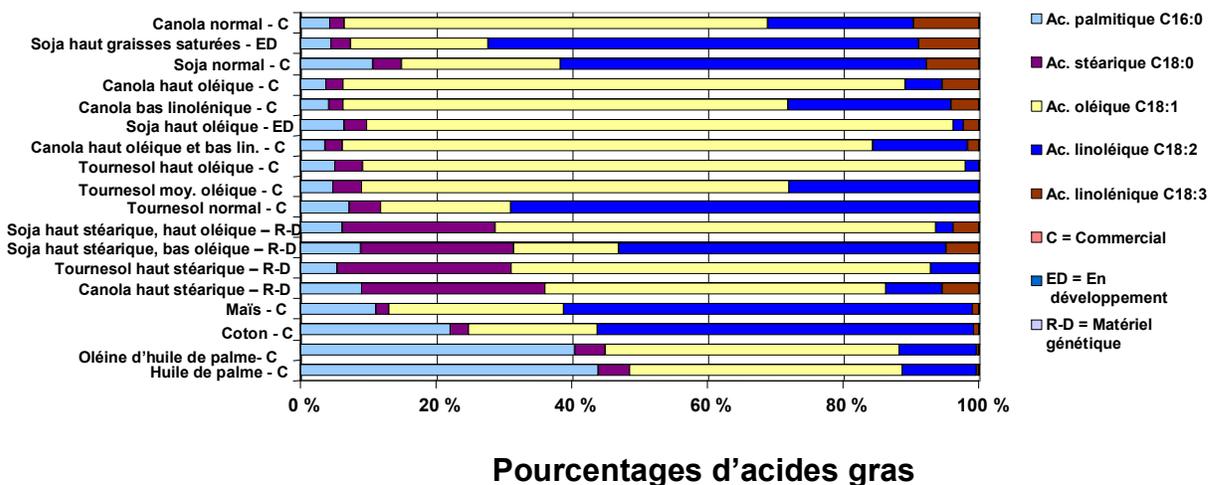


Figure II. Composition en acides gras des huiles végétales

- ✚ Warner a recommandé que l'on mette au point des huiles à salade et à friture comportant des teneurs modérées en acide oléique (< 80 %) et des teneurs faibles en acide linoléique (< 3 %). Elle recommande également que les taux d'acides gras saturés soient faibles (< 7-8 %) et les taux d'acide linoléique, d'au moins 20-30 %. Les huiles avec un tel profil devraient être suffisamment résistantes à l'oxydation pour pouvoir être utilisées dans de nombreuses applications (huiles à salade, à friture et à pulvériser), et ne pas nécessiter d'hydrogénation même légère. En évitant l'hydrogénation, on évite d'accroître la teneur en gras trans et en acides gras saturés.
- ✚ Des génotypes de canola donnant une huile à teneur réduite en acide linoléique (< 3 %) et élevée en acide oléique sont déjà cultivés commercialement au Canada. Les variétés actuelles ont toutefois un rendement moindre que celui des variétés de canola à composition normale en acides gras. Ce rendement inférieur est attribuable au fait que, depuis les 15 dernières années, on a moins investi dans la mise au point de variétés de canola à faible teneur en acide linoléique que dans les variétés normales, et ces variétés à faible teneur en acide linoléique se sont reproduites sur un moins grand nombre de générations. Il y a donc eu moins de sélection et d'amélioration que dans les variétés de canola à composition normale en acides gras. Quant au soja, les États-Unis en sont aux premiers stades de commercialisation des génotypes dont l'huile possède une teneur réduite en acide linoléique.
- ✚ Avec la qualité supérieure des génotypes dont l'huile possède une teneur réduite en acide linoléique et la demande croissante de l'industrie alimentaire pour ces

produits, on pourrait s'attendre à ce que l'industrie canadienne de biotechnologie végétale augmente ses investissements dans la sélection de génotypes adaptés au climat canadien dont l'huile possède une faible teneur en acide linoléique. L'industrie pourrait aussi considérer investir dans la mise au point de génotypes dont l'huile possède une teneur élevée en acide stéarique pour le marché des corps gras solides. Ces deux types d'huiles devraient permettre de réduire le recours à l'hydrogénation et, par conséquent, la production d'acides gras trans. Cependant, les génotypes à teneur élevée en acide stéarique sont synonymes d'un haut degré de saturation.

2. Modification de la composition en acides gras par la transformation

Il existe six techniques principales de transformation dans l'industrie de l'huile comestible pour réduire la quantité d'acides gras trans produits lors de la modification des propriétés chimiques et physiques des huiles et des graisses aux fins d'utilisation dans les aliments.

- ✚ Hydrogénation – technologie bien maîtrisée, couramment utilisée dans l'industrie.
 - ✓ Pour les produits nécessitant les propriétés de fusion d'une matière première partiellement hydrogénée; il est peu probable d'atteindre zéro gras trans avec une hydrogénation légère.
 - ✓ Pour les produits qui doivent avoir les caractéristiques de fusion d'une graisse plastique ou solide, l'hydrogénation complète de l'huile de canola ou de soja permet de réduire à zéro la teneur en acide gras trans de type stéarine, une graisse qui est presque saturée à 100 %.
- ✚ Mélange de matières premières – technologie bien maîtrisée, couramment utilisée.
 - ✓ Le mélange de diverses matières premières permet d'obtenir des teneurs faibles en gras trans, voire de zéro.
 - ✓ Difficile d'obtenir les propriétés de fusion voulues dans les mélanges de graisses plastiques.
- ✚ Fractionnement – technologie bien maîtrisée, qui pourrait probablement être plus utilisée au Canada.
 - ✓ Utilisation répandue dans la transformation de l'huile de palme dans d'autres pays. Résulte en une oléine d'huile de palme insaturée et des fractions d'huile de palme saturées aux propriétés de fusion intéressantes.
 - ✓ La méthode a été démontrée avec une huile de soja expérimentale à teneur élevée en acide stéarique.
- ✚ Utilisation de gras saturés – technologie bien maîtrisée, mais les solutions de remplacement sont limitées pour le Canada.
 - ✓ Produits ici – stéarine C18 :0 provenant des huiles de canola et de soja entièrement hydrogénées.
 - ✓ Produits ici – graisses animales – suif et saindoux.
 - ✓ Importés – huiles et graisses tropicales – palme, noix de coco, babassu, etc.
- ✚ Interestérisation chimique – technologie éprouvée qui s'améliore encore.
 - ✓ Méthode ayant fait ses preuves en Europe et d'utilisation limitée aux États-Unis et au Canada.

- ✓ Gamme de consistances et de propriétés de fusion possibles pour des graisses à teneur zéro ou faible en gras trans destinées aux margarines, aux shortenings ou à la confiserie.
- ✚ Interestérisation enzymatique – nouvelle technologie avec beaucoup de potentiel.
 - ✓ Enzymes hautement spécifiques permettant de mieux contrôler la réaction et d'utiliser des températures de transformation inférieures à celles de la catalyse chimique.
 - ✓ Lipolase^{MC} – enzyme produite par Novozymes A/S lors de la fermentation par une souche d'*Apergillus oryzae* génétiquement modifiée et contenant un gène de lipase de *Thermomyces lanuginosus*.
 - ✓ Aspects économiques de l'interestérisation grandement améliorés grâce à l'immobilisation et à la réutilisation de la Lipolase.
 - ✓ Novozymes / De Smet commercialise maintenant un procédé produisant peu de gras trans, qui nécessite moins d'investissements et dont les coûts d'opérations sont moindres que ceux de l'hydrogénation et de l'interestérisation chimique.

3. Reformulation des aliments

L'une des stratégies visant à réduire les acides gras trans consiste à diminuer la teneur globale en matières grasses des aliments. Le remplacement des matières grasses deviendra un scénario très important si l'on détermine que les taux de gras saturés ne doivent pas augmenter à mesure que les gras trans diminuent. À quelques exceptions près, le remplacement des matières grasses nécessitera la reformulation du produit pour arriver à obtenir les propriétés voulues dans l'aliment transformé. Pour la plupart des produits, l'enlèvement de matières grasses doit être compensé par une augmentation du volume. Il faut en outre considérer ce qu'il advient d'autres fonctionnalités, comme le point de fusion ou le pouvoir lubrifiant.

Les substituts de matières grasses sont des ingrédients qui reproduisent la fonctionnalité et les propriétés organoleptiques des graisses, mais qui fournissent moins de calories. Ces substituts peuvent être à base de lipides, de protéines ou de glucides. Le choix d'un substitut convenable requiert une bonne compréhension du système alimentaire en question et un examen attentif des avantages et des inconvénients de chaque produit. Souvent, un mélange d'ingrédients offre la meilleure solution pour la réduction des matières grasses. Il est important de noter que l'utilisation de certains ingrédients alimentaires qui pourraient être utiles comme substituts de matières grasses n'est pas approuvée au Canada.

Mesures visant à réduire les acides gras trans dans les aliments

1. Investissements

Les solutions visant à réduire la quantité d'acides gras trans dans les aliments nécessiteront l'investissement de capitaux pour remplacer des technologies existantes et élaborer de nouveaux produits et procédés. Pour ce faire, les secteurs public et privé doivent investir en R-D. On aura recours au transfert et à la démonstration de technologies ainsi qu'à des mises de fonds. Pour chaque produit, il y a des choix à

faire, que la solution technique soit concoctée au Canada ou achetée à l'étranger. En ce qui concerne les investissements publics en R-D, il semble qu'il vaille mieux affecter les fonds publics là où la R-D peut fournir à l'industrie canadienne un avantage concurrentiel durable.

2. Sensibilisation et éducation du public – Graisses et huiles

Bien que le public soit de plus en plus sensibilisé à la présence des gras trans dans les aliments, il n'est peut-être pas suffisamment au courant des choix possibles qui existent sur le plan nutritionnel et il n'est sans doute pas conscient du fait que de nombreux aliments requièrent les propriétés physiques et chimiques qui, à l'heure actuelle, leur sont conférées par les gras saturés ou les gras trans. Il semble en effet qu'il faudrait informer davantage le public sur les gras saturés – et sur le fait que sur le plan nutritionnel, une certaine quantité peut être acceptable ou du moins tolérable dans certains aliments.

3. Bienfaits pour la santé des produits à teneur réduite/nulle en gras trans

Beaucoup des techniques adoptées présentement par l'industrie pour remplacer les gras trans reposent sur une utilisation accrue des acides palmitique (C16:0) et stéarique (C18:0), deux acides gras saturés. Il semble donc nécessaire de valider la valeur nutritive de ces nouvelles formulations à base d'acides palmitique et stéarique en tant que remplacement des formulations à base d'acides gras trans.

Même si les gras trans sont un sujet d'actualité, la plupart des stratégies de réduction de gras trans mises en œuvre à l'heure actuelle ne réduisent pas l'apport calorique. Or, selon certains, la lutte contre l'obésité pourrait s'avérer une question plus importante encore que la réduction des gras trans.

4. Modification de la composition des graisses et des huiles – Délais

- ✚ Huiles à salade et à friture, et sauces pour salade vendues au détail
 - ✓ Les huiles de canola, de soja et de tournesol produites au pays ont une teneur naturellement faible en gras trans.
 - ✓ Le processus de désodorisation ne produit que de très petites quantités de gras trans.
 - ✓ Production de gras trans additionnels, si par exemple, l'huile de soja est légèrement hydrogénée.
 - ✓ Il existe aujourd'hui de l'huile de canola à faible teneur en huile linoléique, mais, au Canada, celle-ci ne présente aucun avantage commercial par rapport à l'huile à salade vendue au détail, faite d'huile de canola normale.
- ✚ Margarines et tartinades
 - ✓ Margarines molles – aujourd'hui il en existe à faible teneur en gras trans. Les margarines molles à faible teneur en gras trans présentent tout un éventail de teneurs en acides gras polyinsaturés.
 - ✓ Margarines dures – possèdent encore une teneur élevée en gras trans. Il serait possible de produire des margarines dures à faible teneur en gras trans si les transformateurs ne tenaient pas compte de la fonctionnalité ni des coûts. Possibilité de nouveaux produits d'ici 1 à 3 ans, mais ces nouveaux produits

auront probablement des teneurs élevées en acides gras saturés C16:0 et/ou C18:0.

- ✚ Huile à friture – restauration
 - ✓ Il faut des graisses stables pour la grande friture.
 - ✓ On adopte actuellement des huiles de canola et de tournesol à faible teneur en acide linoléinique et à teneur élevée en acide oléique, mais celles-ci coûtent plus cher et leur fonctionnalité/propriétés organoleptiques sont quelque peu réduites.
 - ✓ Un soja à faible teneur en acide linoléinique est actuellement introduit sur le marché américain (É.-U.). Un soja à teneur élevée en acide oléique (Dupont) a été approuvé au Canada.
 - ✓ 1 – 3 ans pour l'élaboration de produits avec les huiles existantes.
 - ✓ 4 – 8 ans pour l'huile de soja à faible teneur en acide linoléinique, si l'industrie persévère sur cette voie.
- ✚ Friture industrielle et transformation alimentaire
 - ✓ Il existe maintenant des huiles de canola et de tournesol à teneurs faible en acide linoléinique et élevée en acide oléique pour la friture de croustilles et d'autres grignotines; ces huiles ont une fonctionnalité et des propriétés organoleptiques acceptables.
 - ✓ On trouve maintenant sur le marché des croustilles de pommes de terre et de maïs, des frites congelées, etc. à faible teneur en gras trans. Voir le rapport de 2004 de l'USDA pour la confirmation de ce progrès.
 - ✓ Les huiles à friture pour beignes et les huiles à pulvériser – posent encore un défi sur le plan de la fonctionnalité.
 - ✓ 1 – 3 ans pour l'élaboration de produits avec les huiles existantes.
 - ✓ 4 – 8 ans pour l'huile de soja à faible teneur en acide linoléinique, si l'industrie persévère sur cette voie.
- ✚ Shortenings.
 - ✓ Fonctionnalités spécifiques requises pour un grand éventail de produits alimentaires.
 - ✓ Les caractéristiques de fusion des graisses plastiques sont déterminantes et liées à la teneur en gras trans et en gras saturés des matières de base.
 - ✓ Les huiles fractionnées et les fractions interestérifiées constituent des substituts possibles aux gras trans.
 - ✓ Au plan de la formulation, le défi consiste à élaborer des substituts ne contenant pas de gras trans, ou en contenant le moins possible, pour les shortenings tout usage, les shortenings émulsifiés et les beurres de tourage, qui requièrent des fonctionnalités précises.

Mot de la fin

La réduction ou l'élimination des gras trans transformera l'industrie alimentaire tant canadienne que mondiale. Il n'existe pas de solution instantanée qui puisse être appliquée à un seul niveau de l'industrie pour réaliser un tel changement. Les changements requis pour

cette transformation requièrent diverses solutions techniques, de nombreux intervenants ainsi que l'appui des consommateurs.

L'industrie a fait des progrès considérables au plan de la réduction des gras trans dans de nombreux produits, et elle s'efforce de trouver des solutions pour éliminer ou du moins réduire la quantité de gras trans dans tous les produits alimentaires. Certes, il reste des défis à relever, mais il ne s'agit pas d'obstacles insurmontables si nous investissons le temps et l'argent nécessaires et que nous approfondissons nos connaissances sur le sujet.

Il est révélateur que les technologies de pointe résultent de la convergence des techniques de mutation et d'amélioration des plantes transgéniques, du génie des procédés novateurs et des plus récents progrès en sciences alimentaires et en formulation de produits. Certaines des études sur l'apport nutritif de base et l'amélioration des végétaux qui viennent étayer les solutions proposées ont été entreprises il y a 30 ans. Les investissements réalisés dans le domaine de l'amélioration des végétaux ont été considérables, d'abord ceux consentis par le secteur public, puis, il y a une quinzaine d'années, ceux faits par le secteur industriel au Canada et ailleurs dans le monde.

Également, un bon nombre des technologies de base qui sont proposées semblent avoir un potentiel commercial pour de nouveaux produits et de nouveaux aliments qui pourrait permettre de trouver des solutions allant bien au-delà du problème des gras trans. Les avantages à long terme de ces innovations pourraient s'avérer plus importants que ceux que l'on voit actuellement et qui sont associés à la réduction des gras trans.

Table des matières

1.	INTRODUCTION	1
2.	CONTEXTE	1
2.1	CHOIX ALIMENTAIRES ET OBJECTIFS DE SANTÉ PUBLIQUE	1
2.2	LE SYSTÈME ALIMENTAIRE CANADIEN.....	3
2.3	FONCTION DES HUILES ET DES GRAISSES DANS LES ALIMENTS	5
2.4	PRÉSENCE DE GRAS TRANS DANS LES ALIMENTS	8
2.5	CONSÉQUENCES, SUR LE PLAN NUTRITIONNEL, DE LA PRÉSENCE DE GRAS TRANS DANS LES ALIMENTS.....	10
3.	MÉTHODES PERMETTANT À L'INDUSTRIE DE RÉDUIRE LA QUANTITÉ DE GRAS TRANS	13
3.1	PRODUCTION DE VARIÉTÉS DE CULTURES RÉPONDANT AUX BESOINS DES CONOSMMATEURS	13
3.1.1	<i>Composition en acides gras des végétaux génétiquement modifiés</i>	13
3.1.2	<i>Comportement en grande culture de variétés spécialisées de canola</i>	15
3.1.3	<i>Investissements dans l'amélioration phytogénétique visant la production de nouveaux types de cultures</i>	16
3.1.4	<i>Préservation de l'identité de nouveaux types d'oléagineux</i>	17
3.2	MODIFICATION DES ACIDES GRAS PAR TRANSFORMATION	17
3.2.1	<i>Hydrogénation</i>	17
3.2.2	<i>Mélange des huiles de base</i>	19
3.2.3	<i>Fractionnement</i>	20
3.2.4	<i>Interestérification</i>	20
3.3	UTILISATION DE GRAISSES SATURÉES.....	22
3.4	UTILISATION D'ANTIOXYDANTS.....	24
3.5	SUBSTITUTS DE MATIÈRES GRASSES	24
3.5.1	<i>Substituts de matières grasses à base de lipides</i>	25
3.5.2	<i>Substituts de gras à base de glucides</i>	27
3.5.3	<i>Substituts de gras à base de protéines</i>	29
4.	MESURES POUR RÉDUIRE LA TENEUR EN GRAS TRANS DANS LES ALIMENTS	30
4.1	INVESTISSEMENTS.....	30
4.2	SENSIBILISATION ET ÉDUCATION DU PUBLIC EN MATIÈRE D'HUILES ET DE GRAISSES.....	31
4.3	BIENFAITS POUR LA SANTÉ DES PRODUITS À TENEUR FAIBLE, VOIRE NULLE EN GRAS TRANS	31
4.4	CATÉGORIES D'UTILISATION DES HUILES ET DES GRAISSES ET MODIFICATION DES GRAS TRANS	32
4.5	NOUVELLES TECHNIQUES DE TRANSFORMATION.....	32
4.6	GÉNÉTIQUE DES NOUVEAUX OLÉAGINEUX.....	36
4.6.1	<i>Génotypes normaux</i>	36
4.6.2	<i>Génotypes de canola à faible teneur en acide linoléique</i>	37
4.6.3	<i>Génotypes d'oléagineux à teneur élevée en acide stéarique</i>	37
4.6.4	<i>Délai alloué pour une nouvelle génétique et l'amélioration du rendement</i>	38
4.7	PRODUCTION ET CONSERVATION DE L'IDENTITÉ NOUVELLE	40
4.8	RÉGLEMENTATION	41
5.	OCCASIONS D'INNOVATION	42
5.1	SUBSTITUTS DE GRAS DANS LES ALIMENTS	42
5.2	LIPIDES NUTRACEUTIQUES.....	43
5.3	TECHNOLOGIES DES MEMBRANES	43
5.4	NOUVEAUX PROCÉDÉS D'HYDROGÉNATION.....	44
5.5	NOUVEAUX TYPES DE PRODUITS ALIMENTAIRES	44
6.	MOT DE LA FIN	44

1. Introduction

Depuis quelques temps déjà, les Canadiens sont sensibilisés aux effets sur la santé des huiles et des gras comestibles, et notamment des gras trans ou acides gras trans (AGT), qui sont produits industriellement au cours du raffinage des huiles. Les triacylglycérides (TAG) sont la principale composante des gras et des huiles, et sont constitués de trois acides gras fixés à une structure centrale de glycéride par l'intermédiaire de liens esters. Les huiles et les graisses contenant des acides gras saturés et insaturés proviennent de sources tant animales que végétales. Les huiles liquides insaturées peuvent facilement être solidifiées par une réaction catalytique appelée hydrogénation. Lorsque les huiles et les graisses ne sont pas entièrement hydrogénées, la réaction donne un mélange de formes cis et trans d'acides gras insaturés dans les TAG.

De nombreux Canadiens se font maintenant les défenseurs de la réduction, voire de l'élimination des acides gras trans dans les aliments, puisque ces substances ont été associées à l'augmentation des taux sanguins de cholestérol LDL et à la réduction des taux de cholestérol HDL, le bon cholestérol. Selon certains experts, les AGT présentent, gramme pour gramme, un plus grand risque de coronaropathie que les acides gras saturés. Une diminution de la consommation d'acides gras trans est maintenant considérée comme un facteur important pour réduire le risque de coronaropathie.

Le présent rapport examine les méthodes pouvant être utilisées par l'industrie canadienne pour réduire ou éliminer les gras trans dans les aliments. Le rapport évalue aussi des solutions de rechange aux gras trans et des innovations qui pourraient aider le Canada à atteindre son objectif en matière de santé publique. Enfin, il examine si, au plan des technologies, l'industrie canadienne est prête à réduire ou à éliminer les acides gras trans, qui résultent de la transformation industrielle des huiles, dans l'approvisionnement alimentaire au Canada.

Dans ce rapport, l'industrie alimentaire canadienne est définie de manière à englober les phytogénéticiens, les marchands de semences, les producteurs et les tritrateurs de graines oléagineuses, les raffineurs d'huiles comestibles, les fabricants d'aliments, les restaurateurs et les détaillants en alimentation.

2. Contexte

2.1 Choix alimentaires et objectif de santé publique

Pour atteindre l'objectif de santé publique visant à réduire, voire à éliminer la consommation d'acides gras trans, l'industrie alimentaire canadienne doit modifier certaines de ses pratiques et introduire de nouveaux produits. Pour atteindre cet objectif, il faut aussi que les Canadiens soient conscients des choix de produits alimentaires dont ils disposent, et qu'ils choisissent d'acheter des aliments à teneur réduite ou nulle en gras trans.

Les décisions de chacun concernant les aliments qu'il achète dépendent de plusieurs facteurs. En plus d'offrir un apport nutritif de base dans un produit salubre, pour qu'un aliment connaisse du succès, il doit non seulement être abordable, mais il doit aussi correspondre aux préférences diversifiées des Canadiens en ce qui a trait aux aliments et aux modes de vie.

Au Canada, les détaillants en alimentation et l'industrie de la restauration offrent un choix impressionnant d'aliments. Les Canadiens sont vraiment privilégiés de pouvoir compter sur une telle abondance d'aliments abordables. En choisissant adéquatement leurs aliments dans l'esprit du *Guide alimentaire canadien pour manger sainement*¹, les Canadiens peuvent généralement très bien satisfaire leurs besoins nutritionnels de base. Il faut cependant continuer à améliorer la santé et le bien-être des Canadiens, et les choix alimentaires jouent un rôle dans l'amélioration de l'état de santé des Canadiens.

Les Canadiens achètent régulièrement des aliments dans des magasins d'alimentation et chez des restaurateurs. Tout porte à croire que les besoins des consommateurs influent sur les fournisseurs d'aliments.² Des mesures réglementaires, la protection des consommateurs et la défense des intérêts politiques, les allégations en matière d'information alimentaire scientifique professionnelle³, les médias⁴ et la publicité concernant les poursuites judiciaires^{5,6}, tous ces éléments ont contribué de façon importante à attirer l'attention des publics canadien et américain sur le problème des gras trans. C'est pourquoi de nombreuses entreprises canadiennes travaillent à éliminer ou du moins à réduire les gras trans dans leurs produits alimentaires.⁷

Remarque : *Chaque jour des consommateurs décident d'acheter des aliments et choisissent une marque ou un fabricant en particulier. Chacun peut choisir de ne pas acheter certains aliments.*

Pour atteindre l'objectif de santé publique visant à réduire considérablement, voire à éliminer les gras trans du régime alimentaire des Canadiens, il serait souhaitable que tous les aliments vendus au détail ou offerts dans les établissements de restauration aient des teneurs nulles ou faibles en gras trans. Cependant, les produits alimentaires nouveaux et les produits existants reformulés ne contenant aucun gras trans ou en contenant le moins possible doivent posséder des propriétés organoleptiques acceptables, avoir un prix concurrentiel et offrir un bon rapport qualité-prix.

Lorsque les raffineurs produisant des huiles comestibles auront modifié leurs procédés de fabrication de manière à réduire, voire à éliminer les gras trans dans leurs produits, le rythme du changement vers la réduction des gras trans dans le régime alimentaire

¹ Santé Canada. Examen du Guide alimentaire canadien pour manger sainement et des recommandations nutritionnelles connexes. http://www.hc-sc.gc.ca/hpfb-dgpsa/onpp-bppn/food_guide_f.html

² Produits alimentaires et de consommation du Canada (Food and Consumer Products of Canada). Healthy Active Living. How our industry is helping Canadians adopt a healthy active lifestyle. <http://www.fcPMC.com/issues/hal/index.html>

³ Institute of Food Science & Technology. Trans Fatty Acids (TFA) Information Statement, bulletin d'information remplaçant la version date du 23 juin 1999. Novembre 2004 <http://www.ifst.org/hottop9.htm>

⁴ TranFAT. <http://www.ctv.ca/generic/WebSpecials/transfat/index.html>

⁵ Le cas du biscuit Oreo. <http://www.bantransfats.com/theoreocase.html>

⁶ McDonald's devant les tribunaux sur la question des gras trans. <http://www.foodnavigator.com/news/news-NG.asp?id=53470>

⁷ Produits alimentaires et de consommation du Canada (Food and Consumer Products of Canada). Les entreprises qui éliminent les gras trans. <http://www.fcPMC.com/issues/hal/transfat.html>

dépendra de la décision de chacun d'acheter ou non les nouveaux produits à teneur nulle ou faible en gras trans commercialisés par l'industrie alimentaire.

2.2 Le système alimentaire canadien

La fabrication des aliments est un processus complexe et techniquement sophistiqué. La compétition entre les entreprises est intense à tous les niveaux du secteur de l'alimentation, et le profit est un puissant motivateur.

Au Canada, l'approvisionnement alimentaire commence avec la production à la ferme et la récolte des produits de l'agriculture et de la pêche. Les fabricants d'aliments achètent leurs matières premières et les ingrédients dont ils ont besoin tant au pays qu'à l'étranger et ils les transforment en des produits alimentaires sains et nutritifs. Les technologies de transformation alimentaire utilisées sont sophistiquées et exigent d'importants investissements. Les approches concernant la distribution, la commercialisation, la publicité et la vente au détail des aliments ou la vente dans les établissements de restauration sont aussi des composantes complexes et exigeantes en termes d'investissements de capitaux.

Les intervenants de l'industrie, depuis les entreprises de génétique végétale, les marchands de semences et les producteurs de graines oléagineuses jusqu'aux détaillants en alimentation et en restauration font partie d'une chaîne d'approvisionnement alimentaire (figure 1). Le concept d'une chaîne alimentaire suppose que des individus et des entreprises intervenant à différents niveaux de production et de distribution créent des liens et collaborent plutôt que de travailler indépendamment ou de manière isolée des autres

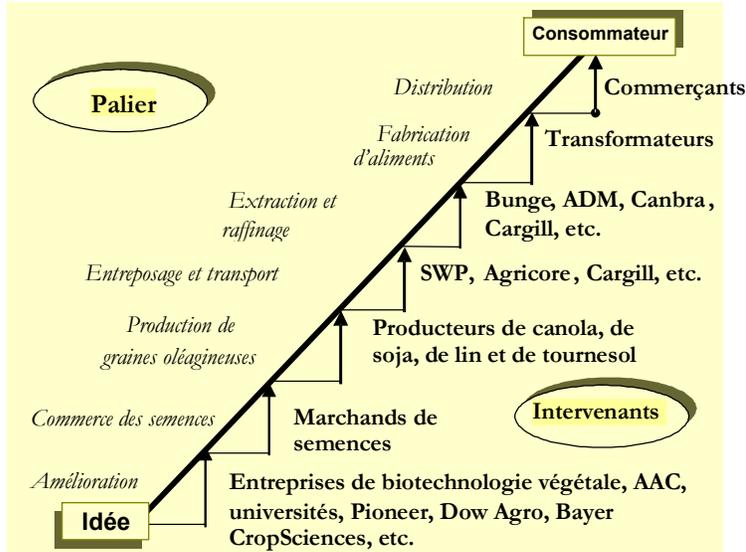


Figure 1. Chaînes de valeur des huiles comestibles

intervenants du secteur industriel. Dans le cadre des chaînes de valeur, les entreprises sont toujours en compétition les unes avec les autres, mais cette compétition a souvent lieu entre des participants de chaînes de valeur parallèles.

À presque tous les paliers de la chaîne de valeur alimentaire au pays, des matières premières sont produites et peuvent être achetées de fournisseurs canadiens. Cependant, le Canada ne produit pas toutes les huiles et les graisses dont l'industrie a besoin, ou du moins il ne les fournit pas nécessairement au meilleur prix. Le Canada produit des surplus de canola et d'huile de canola, alors il exporte ces produits. À tous les paliers de la chaîne de valeur, les intervenants industriels sont conscients de la concurrence internationale, tant en ce qui a trait aux exportations qu'aux importations.

***Remarque :** Les entreprises individuelles jouent des rôles importants dans l'atteinte des objectifs visant à réduire, voire à éliminer les gras trans dans le régime alimentaire des Canadiens. Toutefois, il semble que les entreprises ou les chaînes de valeur opérant de manière indépendante ne peuvent, à elles seules, réaliser cet objectif de santé publique. L'atteinte de l'objectif requiert en effet une action collective impliquant tous les intervenants du secteur industriel, dont la participation peut varier selon ce qui est faisable pour chacun et concurrentiel sur le plan international.*

Les entreprises du secteur de l'alimentation cherchent constamment à consolider leurs liens avec les clients. La stratégie liée à la marque d'un produit (marketing) et la création de liens sont les facteurs clés du succès de nombreuses entreprises. Plusieurs autres moyens permettent aussi aux entreprises de développer un avantage compétitif, dont l'innovation et le fait d'être les premiers à déceler les tendances sur le plan de la consommation, de la technologie et de la réglementation.

***Remarque :** L'objectif visant à réduire, voire à éliminer les gras trans devrait fournir des occasions d'affaires stratégiques aux entreprises novatrices disposant des*

ressources nécessaires en matière de technologie, de formulation, de commercialisation et de capitaux d'investissements pour être les premiers à réagir et à lancer de nouveaux produits à teneur faible, voire nulle en gras trans.

2.3 Fonction des huiles et des graisses dans les aliments

Les huiles et les graisses jouent de nombreux rôles dans la transformation des aliments et des produits alimentaires. À titre d'ingrédients alimentaires, les huiles et les graisses sont :

- ✚ Une source d'énergie primaire pour l'organisme. Les graisses servent à entreposer l'énergie.
- ✚ Des vecteurs de saveurs et d'arômes, elles accentuent donc la saveur des aliments.
- ✚ Des vecteurs de composés liposolubles de grande valeur nutritive, comme la vitamine E.
- ✚ Des éléments qui contribuent aux sensations tactiles en bouche des aliments. Les huiles et les graisses agissent comme des lubrifiants et donnent une texture lisse à de nombreux produits – le chocolat, par exemple.

Les propriétés organoleptiques, fonctionnelles et nutritives des différents types de graisses et d'huiles sont déterminées par leur teneur en acide palmitique (C16:0) et en acide stéarique (C18:0), des acides gras saturés; leur teneur en acide oléique (C18:1), un acide gras monoinsaturé (AGMI) et en acides gras polyinsaturés (AGPI) (figure 2).

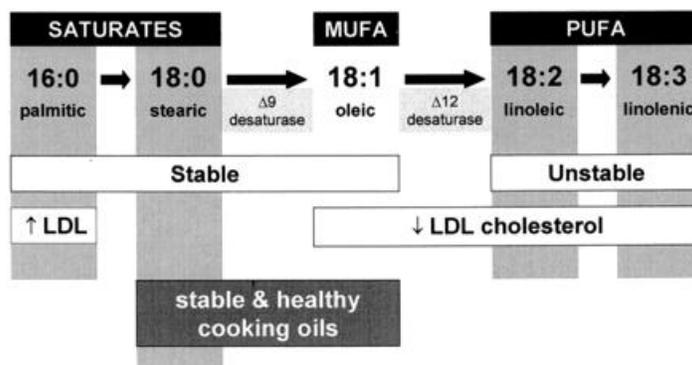


Figure 2. Caractéristiques des huiles à friture ayant différents degrés d'insaturation⁸

Figure I. Caractéristiques des huiles à friture ayant différents degrés d'insaturation

SATURATES = SATURÉS

MUFA = AGMI

PUFA = AGPI

palmitic = palmitique

stearic = stéarique

desaturase = désaturase

oleic = oléique

⁸ Qing Liu, Surinder Singh, and Allan Green. 2002. <http://www.maizegdb.org/mnl/58/76jellum.html>

desaturase = désaturase

linoleic = linoléique

linolenic = linoléinique

Stable = Stable

Unstable = Instable

μLDL = μLDL

oLDL cholesterol = ocholestérol LDL

stable & healthy cooking oils = huiles à friture stables et saines

On a beaucoup recours à l'amélioration génétique des plantes pour modifier la composition en acides gras des oléagineux. Chez le canola⁹ et le tournesol¹⁰, les taux d'acide oléique peuvent atteindre 85 – 90 %. Il en va de même pour le tournesol produit commercialement dans plusieurs pays. On a voulu obtenir des huiles à teneur très élevée en acide oléique et à teneur faible en acide linoléinique, parce que l'on s'attendait à ce qu'elles se détériorent moins au cours des opérations de friture. Bien que l'hypothèse se soit avérée, lors de la préparation d'aliments frits (croustilles de pommes de terre ou de maïs, et frites) dans de l'huile de canola ou de tournesol à teneur très élevée en acide oléique, on a remarqué que les aliments étaient moins savoureux que lorsqu'ils étaient préparés dans des huiles à teneur moyenne ou faible en acide oléique.¹¹

En se fondant sur ces constatations, Warner recommande de mettre au point des huiles à salade et à friture comportant des teneurs modérées en acide oléique (pas plus de 80 %) et à teneur faible en acide linoléinique (pas plus de 3 %). Elle recommande également une faible teneur en acides gras saturés (<7-8 %) et que la teneur en acide linoléique soit d'au moins 20-30 %.

Des génotypes de canola à teneur faible en acide linoléinique (moins de 3 %) sont déjà produits commercialement au Canada. Il n'est pas nécessaire d'hydrogéner partiellement ou légèrement ce type d'huile pour en accroître la résistance à l'oxydation pour des utilisations comme huile à salade, à friture ou à pulvérisation. De même, des génotypes de soja à faible teneur en acide linoléinique en sont actuellement aux premiers stades de commercialisation aux États-Unis.

Certains diététistes considèrent l'acide linoléinique comme un acide gras essentiel. Par conséquent, il ne serait pas souhaitable d'obtenir une huile de canola ou de soja à teneur zéro en acide linoléinique. L'huile de lin contient 57 % d'acide linoléinique et est offerte sur le marché en tant qu'huile à salade ou source alimentaire d'acide linoléinique.

Remarque : *Les variétés de canola à faible teneur en acide linoléinique mises au point par Dow AgroSciences Canada Inc¹², Cargill Specialty Canola Oils¹³ et le*

⁹ Wong, Raymond S. C.; Beversdorf, Wallace D.; and Grant, Ian. Production of Improved Rapeseed Exhibiting an Enhanced Oleic Acid Content. EP 0323753 B1, 1994.

¹⁰ Les premières études russes sur les taux accrus d'acide oléique chez le tournesol ont été réalisées au moyen de la mutagenèse : les mutants Pervenets possédaient des taux élevés d'acide oléique. Le public peut se procurer les graines de ce mutant, et une grande partie du matériel génétique de tournesol à teneur élevée en acide oléique provient de cette étude. De nombreuses variétés de graines de tournesol à teneur élevée en acide oléique ont depuis été décrites dans la documentation de brevets.

¹¹ Warner K., Neff W.E., Byrdwell W.C., Gardner H.W. Effect of oleic and linoleic acids on the production of deep-fried odor in heated triolein and triolinolein. J Agri Food Chem 49 :899 –905, 2001.

¹² Lanuza, Juan Enrique Romero and John Lawrence Sernyk. Oil of *Brassica napus*. Brevet américain 6169190, 2001.

Saskatchewan Wheat Pool¹⁴ respectent le profil de composition recommandé par Warner pour l'huile à salade et l'huile à friture. Nota : sur le marché, les variétés à faible teneur en acide linoléique sont aussi appelées huiles à teneur élevée en acide oléique (leur teneur en acide oléique est de ~75 – 80 %).

Les huiles de canola et de soja à faible teneur en acide linoléique ont une meilleure stabilité à l'oxydation que les huiles normales de canola ou de soja. Parmi les huiles ayant des teneurs comparables (faibles) en acide linoléique, celles ayant une teneur plus élevée en acide oléique sont plus stables que celles ayant une teneur plus élevée en acide linoléique. Pour de nombreuses applications relatives à la friture et pour certaines applications de transformation alimentaire, il n'est pas nécessaire d'hydrogéner les huiles à teneur faible en acide linoléique et à teneur élevée en acide oléique; ces huiles constituent en outre d'excellents substituts à l'huile de soja légèrement hydrogénée, et elles ne contiennent aucun gras trans. Et, avec moins de 7 % d'acides gras saturés, l'huile de canola à faible teneur en acide linoléique et à teneur élevée en acide oléique a, à l'instar de l'huile de canola normale, un effet bénéfique sur le cœur et peut être considérée comme une huile à faible teneur en gras saturés. Comme l'acide linoléique est un acide gras essentiel, la réduction de la teneur en acide linoléique pourrait se révéler un désavantage de ces huiles à salade et à friture à stabilité accrue.

Dans la fabrication des aliments, les graisses servent de :

-  Agent de transfert de chaleur
-  Lubrifiant
-  Agent de démoulage
-  Agent de texture

Ces fonctions reposent sur les propriétés physiques et chimiques des huiles et des graisses.

Le fait que les huiles et les graisses n'entrent pas en ébullition même à des températures élevées, les rend idéales pour le transfert de chaleur dans les processus dans lesquels les matériaux alimentaires doivent être chauffés à des températures supérieures au point d'ébullition de l'eau. Dans les systèmes alimentaires, les huiles et les graisses sont stables en présence d'acides et de bases, mais elles sont sujettes à l'oxydation. Plus le degré d'insaturation augmente, plus les huiles et les graisses risquent de s'oxyder. Par exemple, les graisses saturées sont approximativement 10 fois plus stables que les huiles et les graisses monoinsaturées, 100 fois plus stables que les di-insaturées et 1000 fois plus stables que les tri-insaturées.

¹³ DeBonte, L. R., Willie H. T. Loh, and Zhegong Fan. Canola oil, with reduced acide linoléique. Brevet américain 6,689,409 B2, 2004.

¹⁴ Saskatchewan Pool. 2005 Seed Guide. SP Craven. http://www.swp.com/Seed/pdf/Pool_SeedCat05_canola-spec.pdf

L'utilité des graisses comme ingrédient de nombreux produits alimentaires dépend de leurs caractéristiques de fusion, et ce, tant en ce qui concerne leur comportement pendant le processus de transformation que pendant la consommation. L'accroissement du degré de saturation augmente le point de fusion des graisses et convertit les huiles liquides en plastiques semi-solides ou en corps gras solides.

Le nombre de TAG dans les graisses ou les huiles est élevé et ceux-ci contiennent généralement de nombreux acides gras de longueurs de chaîne variables et de degrés d'insaturation différents. De plus, chaque acide gras peut occuper l'une ou l'autre des trois positions sur la structure de base du triglycéride. Lorsque des acides gras trans sont produits par hydrogénation, le nombre de TAG augmente davantage. Chaque TAG a son propre point de fusion. Par conséquent, les graisses ont un large éventail de points de fusion. Et c'est le point de fusion des TAG qui définit la plasticité et la fonctionnalité des graisses.

Les acides gras trans ont un point de fusion bien au-dessus de celui des huiles liquides monoinsaturées, mais bien en dessous de celui des gras saturés. Comme le point de fusion des gras trans se situe près de la température du corps humain, ceux-ci contribuent au caractère onctueux en bouche.

***Remarque :** Les fabricants produisent des graisses ayant la stabilité et le point de fusion requis par les graisses du produit alimentaire final. La réduction du degré d'insaturation entraîne des changements souhaitables sur le plan de la stabilité à l'oxydation et du point de fusion des graisses. Lorsque des acides gras trans sont produits, ils élargissent l'éventail des propriétés physiques disponibles pour la formulation des produits alimentaires. L'industrie doit poursuivre la recherche et l'analyse des produits pour trouver des substituts à teneur réduite en gras trans possédant les fonctionnalités voulues pour les aliments faits avec des shortenings.*

2.4 Présence de gras trans dans les aliments

Dans le régime alimentaire, les acides gras trans proviennent principalement des huiles végétales partiellement hydrogénées. Cependant, environ 3 – 8 % des acides gras du beurre, du fromage, du lait du bœuf et du mouton sont aussi des acides gras trans.¹⁵ Ces acides gras trans sont en effet produits naturellement chez les animaux, par l'hydrogénation enzymatique des graisses insaturées.

Dans les années 1960, les formulations des margarines et shortenings néerlandais « modernes » contenaient jusqu'à 50 % d'acides gras trans.¹⁶ À cette époque, les margarines néerlandaises contenaient des acides gras trans provenant d'huile végétale hydrogénée et d'huile de poisson hydrogénée. Grâce aux changements apportés aux processus de transformation et de formulation de 1980 à 1994, la teneur en gras trans des margarines néerlandaises est passée de 20 % à ~5%.¹⁷

¹⁵ Pfalzgraf, A., Timm, M., and Steinhart, H. "Gehalte von *Trans*-Fettsäuren in Lebensmitteln". *Z. Ernährungswiss.* 33: 24-43, 1994.

¹⁶ Rice, E.E. Weiss, T. J. and Mattil, K. F. "Composition of modern margarines". *J. Am. Diet Assoc.* 41: 319 – 322, 1962.

¹⁷ Zock, P. L. and M. B. Katan. *Revue canadienne de physiologie et pharmacologie* 75: 211 – 216, 1997.

En 1993, Ratnayake *et al.* ont analysé la composition en acides gras des aliments au Canada.¹⁸ Une étude ultérieure réalisée par Innis *et al.* de l'université de Colombie-Britannique a fourni des renseignements sur la teneur en gras trans de plus de 200 aliments offerts dans des épiceries et des établissements de restauration de Vancouver à la fin des années 1990.¹⁹ Cette étude indique qu'il y avait une grande variabilité dans la teneur en graisses totales et en gras trans dans les aliments (tableau 1). On a remarqué que la variabilité de la teneur en gras trans limitait l'exactitude des estimations de gras trans dans l'alimentation lorsque les estimations étaient faites à partir de bases de données d'éléments nutritifs.

Dans l'étude d'Innis, la teneur en gras trans des aliments offerts en 1999 variait de zéro à plus de 60 %, selon le produit alimentaire en question. Les margarines, les plats cuisinés et les produits de boulangerie faits avec du shortening sont les produits alimentaires qui présentaient les plus hauts taux d'acides gras trans dans les matières grasses. Les margarines dures, puis les molles contenaient les plus hauts taux de gras trans en tant que pourcentage du produit alimentaire total.

Tableau 1. Teneur en matières grasses et en gras trans de certains produits alimentaires

Produit alimentaire	Nombre d'échantillons	Matières grasses totales		Acides gras trans		Acides gras trans	
		g/100 g d'aliment		% de matières grasses		g/100 g d'aliment	
		Moyenne	Fourchette	Moyenne	Fourchette	Moyenne	Fourchette
Céréales pet. déj.	11	3,0	0,3 – 9,5	4,2	0,2 – 24,3	0,1	0,0 – 1,1
Pain entier	8	2,2	1,9 – 3,1	18,5	1,3 – 34,9	0,4	0,0 – 1,0
Pain blé entier	8	2,7	1,9 – 3,5	15,6	1,0 – 36,3	0,5	0,0 – 1,3
Barres granola	7	11,5	5,1 – 17,0	11,3	5,1 – 21,7	0,9	0,1 – 1,4
Galette de viande	4	16,4	14,0 – 45,9	6,8	5,6 – 9,6	1,1	0,8 – 1,4
Muffins	7	9,4	1,7 – 13,1	11,2	1,7 – 36,2	1,3	0,1 – 4,0
Croustilles	6	25,1	21,9 – 30,6	5,9	0,4 – 25,3	1,4	0,1 – 5,7
Beurre d'arachide	2	43,5	41,1 – 45,9	4,1	1,6 – 6,6	1,9	0,7 – 3,1
Frites	16	5,8	3,2 – 10,9	37,7	4,9 – 56,9	2,1	0,2 – 3,7
Mél. à gâteau	3	7,6	4,8 – 9,2	29,6	28,7 – 30,1	2,3	1,4 – 2,8
Tabl. de chocolat	9	23,6	13,4 – 30,9	9,2	0,1 – 35,9	2,3	0,0 – 8,3
Soupes	11	8,3	0,6 – 17,8	22,4	1,1 – 51,6	2,6	0,0 – 9,1
Croissants	3	16,6	13,5 – 18,5	18,1	5,5 – 40,9	3,0	0,7 – 7,6
Biscuits	19	16,7	3,3 – 22,9	23,0	1,4 – 45,7	3,5	0,3 – 8,1
Sauces	16	8,7	0,4 – 38,3	33,2	1,7 – 60,3	3,6	0,0 – 23,1
Poulet pané	8	13,4	6,6 – 18,1	27,4	11,9 – 56,7	3,7	0,9 – 6,9
Croûtes de tarte	6	18,3	9,4 – 26,5	25,8	1,9 – 45,6	3,8	0,5 – 8,7
Beignes	13	13,5	3,9 – 21,3	29,6	3,9 – 42,7	3,9	0,5 – 7,8
Crouçons	3	15,7	11,6 – 19,1	41,9	22,9 – 51,6	6,3	4,4 – 8,5
Craquelins	14	15,3	2,1 – 27,4	40,3	23,5 – 51,3	6,4	0,7 – 12,9
Margarine molle	14	n.d.	n.d.	16,8	1,1 – 44,4	16,8	1,1 – 44,4
Margarine dure	14	n.d.	n.d.	39,8	31,1 – 44,6	39,8	31,1 – 44,6

n.d. : Non déterminé, on suppose la valeur de 100 % pour l'analyse des acides gras.

Source : Innis *et al.*, 1999.

L'industrie nord-américaine des huiles comestibles a accompli des progrès considérables sur le plan de la réduction de la teneur en acides gras trans des aliments. De nombreuses marques offrent maintenant des produits établis de même que de nouveaux produits à teneur

¹⁸ Ratnayake, W. M. N. *et al.*, "Fatty Acids in Some Common Food Items in Canada", *J. Am. Coll. Nutr.* 12(6):651-660, 1993.

¹⁹ Sheila M. Innis, Timothy J. Green and Thomas K. Halsey. "Variability in the Trans Fatty Acid Content of Foods within a Food Category: Implication for Estimation of Dietary Trans Fatty Acid Intakes". *J. Amer. College of Nutrition*, Vol. 18, No. 3, 255 – 260, 1999.

faible, voire nulle en gras trans. Ces progrès ont été confirmés par un rapport récent de l'USDA sur plusieurs marques de produits de grignotage.²⁰ On procède à l'heure actuelle à l'analyse d'autres aliments.

L'inspection que nous avons faite aux fins du présent rapport sur les produits alimentaires offerts dans un important supermarché montre que de nombreuses étiquettes indiquent des teneurs plus faibles et souvent nulles en acides gras trans comparativement aux moyennes signalées dans l'étude d'Innis de 1999. Toutefois, la teneur en acides gras trans des margarines dures et de certains autres aliments semble encore poser problème, certaines étiquettes mentionnant des teneurs en acides gras trans atteignant ~35 % de la quantité de matières grasses totales.

***Remarque :** Étant donné les efforts déployés par l'industrie alimentaire nord-américaine pour réduire, voire éliminer les gras trans dans les aliments, les données indiquées dans le tableau 1, tirées de l'étude d'Innis de 1999, doivent être considérées comme des données historiques et pas nécessairement représentatives de la teneur en acides gras trans des aliments offerts sur le marché canadien en 2005.*

2.5 Conséquences nutritionnelles de la présence de gras trans dans les aliments

Il y a toujours eu un lien évident entre les graisses et l'obésité, tant en termes de langage que de causalité. Au fur et à mesure que les populations nord-américaine et européenne sont devenues mieux nanties et plus sédentaires, on a observé un excès de poids, voire de l'obésité chez de nombreux individus de ces deux populations. Il était également de plus en plus clair que l'incidence accrue des maladies cardiovasculaires était liée à l'obésité, et probablement, à la teneur accrue en matières grasses du régime alimentaire.

Dans les années 1960 et 1970, les principales sources de cholestérol du régime alimentaire étaient les graisses animales. Puis, à mesure que les études ont démontré le lien entre les dépôts de cholestérol et les maladies cardiovasculaires, le public a accepté l'idée qu'il fallait réduire la teneur en cholestérol du régime alimentaire. En conséquence, il y a eu un intérêt croissant pour trouver des substituts permettant d'offrir la même fonctionnalité alimentaire que les matières grasses d'origine animale, mais qui ne contenaient que peu, voire pas de cholestérol.

Lorsque les corps gras solides hydrogénés d'origine végétale ont vu le jour, une guerre de marché a été déclenchée entre le beurre et la margarine ainsi qu'entre le saindoux/suif et le shortening d'origine végétale. Avec les données attestant l'effet du cholestérol dans la maladie cardiovasculaire, les technologies liées à la margarine et au shortening végétal ont rapidement été améliorées, sous l'impulsion de la demande du public et de l'augmentation de la part du marché relative à ces produits. Toutes les huiles végétales sont exemptes de cholestérol, et les fabricants d'huiles végétales ont donc activement cherché à déloger du marché les graisses animales (contenant du cholestérol). L'hydrogénation était au cœur de la

²⁰ Khan, M., P. Pehrsson, L. Lemar, B. Teter, and J. Sampugna. Changes in Trans Fatty Acid Profiles for Selected Snack Foods in the USDA National Nutrient Database for Standard Reference. 2004.
http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/Data/Other/EB04_transSnack.pdf

technologie soutenant ce changement, et la présence accrue de gras trans dans la chaîne alimentaire en est une conséquence directe.

Les premières études indiquaient que les gras saturés étaient semblables au cholestérol sur le plan de leurs effets sur l'appareil cardiovasculaire, et on y mentionnait que le fait de les remplacer par des huiles polyinsaturées aurait des effets bénéfiques importants sur la santé. Certaines études laissaient également entendre que le métabolisme des acides gras trans était différent de celui des isomères cis ou des formes naturelles des mêmes acides gras.

Selon un bon nombre de chercheurs les gras trans se comportaient comme des gras saturés dans l'organisme. C'est pourquoi les programmes de recherche et développement instaurés au Canada et ailleurs au milieu des années 1970 visaient à :

- ✚ Modifier la composition des huiles végétales au moyen de la mutation et de la technologie transgénique des plantes et à éliminer la nécessité d'hydrogéner les huiles (liquides) pour des applications alimentaires précises.
- ✚ Réduire ou éliminer la production de gras trans durant l'hydrogénation.
- ✚ Éliminer les graisses partiellement hydrogénées des produits alimentaires.

Dès les premières appréhensions concernant les effets indésirables que les isomères trans pourraient avoir à long terme sur la santé, le gouvernement canadien a mis sur pied un comité interdisciplinaire chargé d'examiner l'effet des isomères trans contenus dans la margarine. Le rapport du Comité ad hoc sur la composition des margarines spéciales publié en 1980 portait sur les questions de santé liées aux acides gras trans.²¹ Le comité n'a trouvé aucune preuve scientifique indiquant que les gras trans ont un effet nocif sur la santé, mais il a recommandé certaines normes réglementaires concernant le taux de gras trans dans la margarine et le shortening. Une étude américaine réalisée cinq ans plus tard par la National Science Foundation a conclu que les isomères trans ne présentent pas, en tant que tels, de risque pour la santé, puisque les gras trans sont métabolisés comme des gras saturés.²²

L'industrie des huiles comestibles a recours au processus d'hydrogénation pour solidifier les huiles depuis 1920. Pour s'assurer que l'industrie des huiles comestibles ne se retrouve pas dans l'eau bouillante sur une question de santé, Thomas Applewhite, un chercheur de chez Kraft Foods (une entreprise qui vendait des produits laitiers et des produits d'huile hydrogénée), a examiné les données d'études scientifiques publiées sur le sujet jusqu'en 1981 et a conclu qu'il n'y avait aucune preuve scientifique indiquant que les gras trans présentaient un risque à court ou à long terme pour la santé des humains.^{23,24} Au cours de sa carrière, Applewhite a présidé l'American Oil Chemists' Society ainsi que le Margarine Manufacturers' Technical Committee. Le Soy Centre a publié sur Internet un historique de

²¹ Ministre des Approvisionnement et Services Canada. Rapport du Comité ad hoc sur la composition des margarines spéciales, Ottawa, 1980.

²² National Science Foundation. "Health Aspects of Dietary *Trans* Fatty Acids". Federation of American Societies for Experimental Biology, Bethesda, Maryland. 1985.

²³ Hunter, J. E. and T. Applewhite, "Isomeric Fatty Acids in the US Diet: Levels and Health Perspectives", Am. J. Clin. Nutr. 44:707-717, 1986.

²⁴ Hunter, E. J. and T. H. Applewhite, "Reassessment of *Trans* Fatty Acid Availability in the US Diet", Am. J. Clin. Nutr. 54:363-369, 1991.

l'hydrogénation de l'huile de soja et de la recherche portant sur la salubrité des huiles végétales hydrogénées depuis les débuts jusqu'aux années 1980.²⁵

À la suite des divers rapports publiés jusqu'au milieu des années 1980, les préoccupations du public et des fabricants d'aliments au sujet des acides gras trans ont été apaisées pour un certain temps. Cependant, la recherche sur les incidences nutritionnelles des gras trans, des acides gras saturés et insaturés s'est poursuivie.

Au cours des années 1980, lorsque l'industrie américaine du soja a été confrontée à l'introduction rapide sur les marchés américain et européen de l'huile de palme malaisienne à bas prix, l'attention du public a été concentrée sur les effets nocifs potentiels des gras saturés. L'industrie de l'huile de soja a exercé beaucoup de pression afin que l'on réduise l'utilisation de l'huile de palme, qui contient un taux élevé de gras saturés. Elle a réussi à convaincre le Congrès américain d'exiger que la présence d'« huiles tropicales » soit indiquée sur l'étiquette des produits alimentaires, incitant ainsi les fabricants alimentaires à éliminer ces huiles de leurs produits.²⁶ Il n'était pas nécessaire que les étiquettes mentionnent la présence de gras trans ou saturés de sources non tropicales.

En 1990, deux chercheurs néerlandais, Mensink et Katan ont procédé à une étude rigoureuse portant sur 34 femmes et 24 hommes des Pays-Bas, visant à comparer les régimes alimentaires contenant différentes teneurs en acides oléique (cis C18:1) et élaïdique (trans C18:1) et en acides gras saturés (C12-C16).²⁷ Voici ce qu'ils ont trouvé : comparativement à l'acide oléique, les acides gras trans C18:1 ont élevé le taux de cholestérol LDL, mais moins que les acides gras saturés, et diminué le taux de cholestérol HDL. Le rapport du cholestérol LDL/HDL était plus élevé chez ceux dont le régime alimentaire contenait des acides gras trans que chez ceux dont le régime contenait des acides gras saturés. Cette étude fut la première à fournir une indication claire que les acides gras trans ont un effet nocif pouvant être directement relié à une probabilité accrue de maladie cardiovasculaire. Ces résultats ainsi que ceux d'autres études ont poussé les chercheurs à tenter d'élucider les effets des gras trans, à chercher des substituts à faible teneur en gras trans, et à déterminer les voies métaboliques par lesquelles surviennent les effets nocifs sur la santé.

En 1994, une consultation mixte FAO/OMS d'experts chargés d'examiner le rôle des huiles et des graisses alimentaires dans la nutrition chez l'humain a recommandé que les fabricants d'aliments réduisent les taux d'acides gras trans dans leurs produits.²⁸

Au cours des 10 ou 15 dernières années, le public a mieux compris les notions de lipoprotéines de faible densité (LDL, pour Low Density Lipoprotein, ou « mauvais cholestérol ») et de lipoprotéines de haute densité (HDL, pour High Density Lipoprotein, ou « bon cholestérol ») et il a pu se rendre compte du risque associé à une augmentation du

²⁵ Soyfoods Center. History of Soy Oil Hydrogenation and of Research on the Safety of Hydrogenated Vegetable Oils. A Special Report on the History of Soy Oil, Soybean Meal, & Modern Soy Protein Products. Chapitre du manuscrit non publié *History of Soybeans and Soyfoods: 1100 B.C. to the 1980s*, de William Shurtleff et Akiko Aoyagi. <http://www.thesoydaily.com/SEC/MSPproducts501.asp>

²⁶ Tropical Oils: Status of the Storm. <http://www.foodproductdesign.com/archive/1995/0595ap2.html>

²⁷ Mensink, R. P. and M. B. Katan. "Effect of dietary *trans* fatty acids on high-density and low-density lipoprotein cholesterol levels in healthy subjects." *New Eng. J. of Med.* 323: 439-445, 1990.

²⁸ FAO/OMS. Les graisses et huiles dans la nutrition humaine. Rapport d'une consultation mixte d'experts, Rome, 19-26 octobre 1993. Étude FAO alimentation et nutrition; 57, 1994.

cholestérol LDL (LDL-C), à une réduction du cholestérol HDL (HDL-C), et à une augmentation du rapport LDL/HDL.^{29,30} Étant donné que les gras trans ne se comportent pas exactement comme des gras saturés et qu'ils diminuent le HDL-C et augmentent le LDL-C simultanément, on en a conclu que les gras trans pourraient être plus nocifs que les gras saturés. Avec l'exposition médiatique de la présence répandue des gras trans dans les aliments, la pression publique s'est accrue en matière d'étiquetage relativement aux gras trans, certains groupes exigeant même d'interdire tout gras trans dans les aliments.

3. Méthodes permettant à l'industrie de réduire la quantité de gras trans

3.1 Production de variétés de cultures répondant aux besoins des consommateurs

3.1.1 Composition en acides gras des végétaux génétiquement modifiés

Les techniques modernes de mutation et de transgénétique ont ouvert la voie aux phytogénéticiens et elles leur permettent désormais d'incorporer tout un éventail de profils d'acides gras et d'autres caractères d'importance économique dans les génotypes d'oléagineux.^{31, 32, 33, 34} De nouveaux profils d'acides gras fondamentalement différents de ceux des huiles normales (originales) ont été déterminés chez de nombreuses espèces d'oléagineux (figure 3).

Le canola a été mis au point par des phytogénéticiens canadiens dans les années 1960 pour améliorer la qualité du colza original. Le canola a une teneur faible en acide érucique, un acide gras C22:1, et faible aussi en glucosinolates. Les glucosinolates réduisent la valeur nutritive du tourteau de canola restant après l'extraction de l'huile. L'huile de canola normale contient 9 à 11% d'acide linoléique (C18:3), une substance recherchée sur le plan nutritionnel, mais qui a un effet négatif sur la résistance à l'oxydation et la saveur de certains aliments transformés à l'aide d'huile de canola. L'huile de canola est aussi bénéfique pour la santé en raison de sa faible teneur en acides gras saturés. C'est la seule huile à salade vendue au détail qui possède moins de 7 % d'acides gras saturés.

²⁹ Hu, F. B., M. J. Stampfer, *et al.* "Dietary fat intake and the risk of coronary heart disease in women." *New Eng. J. of Med.* 337: 1491-1499, 1997.

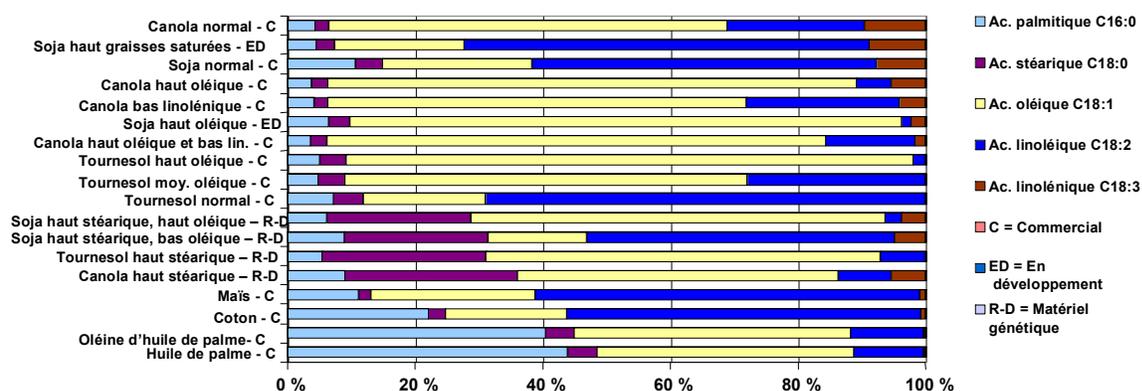
³⁰ Asherio, A., M. B. Katan, *et al.* "Trans fatty acids and coronary heart disease." *New England Journal of Medicine* 340: 1994-1998, 1999.

³¹ Röbbelen G. Mutation breeding for quality improvement. A case study for oilseed crops. *Mutation Breeding Review* 6:1-44, 1990.

³² Davies, H.M. Engineering new oilseed crops from rapeseed. p. 299-306. In: J. Janick (ed.), *Progress in new crops*. ASHS Press, Alexandria, VA. 1996.

³³ Scarth, R and Peter B.E. McVetty. Designer Oil Canola - A Review of New Food-Grade Brassica Oils with Focus on High Oleic, Low Linoléique Types. *Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress, Canberra, Australia. 1999.*
<http://www.regional.org.au/au/gc/4/57.htm>

³⁴ Warner, K. Produits d'huile de soja : composition, qualité et stabilité. *Valorisation des huiles*, 2002.
<http://www.pbi.nrc.gc.ca/en/bulletin/2002issue1/page6.htm>



Pourcentages d'acides gras

Figure 3. Composition en acides gras des huiles végétales

C'est grâce à la sélection par mutation entreprise par Rakow, il y a plus de 30 ans, que l'on trouve aujourd'hui sur le marché canadien une huile de canola à si faible teneur en acide linoléique.³⁵ Vers la fin des années 1980, de jeunes entreprises privées de biotechnologie, comme Allelix Crop Technologies, DNAP et Mycogen ont entrepris de mettre au point des variétés de canola à faible teneur en acide linoléique. Or, malgré d'importants progrès techniques, ces firmes n'ont pas réussi à produire et à vendre des variétés concurrentielles assez rapidement pour demeurer indépendantes. Certains des matériels génétiques de canola à faible teneur en acide linoléique commercialisés aujourd'hui par Dow AgroSciences, Cargill Specialty Canola Oils et Dupont/Pioneer proviennent de telles entreprises de biotechnologie Le Saskatchewan Wheat Pool a également financé des programmes d'amélioration génétique (université du Manitoba) afin de mettre au point des variétés de canola à faible teneur en acide linoléique. On peut trouver une partie de l'historique du développement de génotypes de canola à faible teneur en acide linoléique dans une demande de brevet récente de la part de Cargill concernant une huile de canola à teneur réduite en acide linoléique.³⁶

Des graines de soja à teneur en acide linoléique < 3 % ont été mises au point à l'université de l'Iowa, chez Monsanto et chez Pioneer, et ces variétés commencent à être introduites sur le marché américain.³⁷ L'huile de soja Bunge's Nutrium^{MC} à faible teneur en acide linoléique provient de chez Pioneer Hi-Bred International, Inc. Pioneer est une filiale de Dupont. Cargill et Ag Processing Inc. introduisent actuellement une huile de soja à faible teneur en acide linoléique provenant de variétés de soja mises au point par la division Asgrow de Monsanto et commercialisée sous la marque de fabrique Vistive^{MC}. Une variété de soja contenant moins de 1 % d'acide linoléique mise au point par l'université d'Iowa est

³⁵ Rakow *et al.* "Opportunities and problems in modification of levels of rapeseed C18 unsaturated fatty acids. J. Am. Oil Chem. Soc, 50:400 – 403, 1973.

³⁶ DeBonte, L. R., Willie H. T. Loh, and Zhegong Fan. Canola oil, with reduced acide linoléique. Brevet américain 6,689,409 B2. 2004.

³⁷ Low-Linolénique Soybean Oil. http://www.zerotransoy.com/sol_lowlin_main.htm

actuellement cultivée sous contrat par l'Iowa Quality Agriculture Guild et son huile est vendue par la société Asoyia, LLC sous le nom Asoyia^{MC}.

3.1.2 Performance au champ des variétés spéciales de canola

Les rendements agricoles en canola ont augmenté de 24,5 % entre 1990 et 2000.³⁸ Cette augmentation du rendement s'explique par :

- ✚ Des variétés améliorées donnant des rendements accrus, notamment des variétés résistantes aux herbicides et plus résistantes aux maladies.
- ✚ Des pratiques agricoles améliorées et l'adoption de variétés résistantes aux herbicides.
- ✚ Une meilleure gestion du sol et de meilleures pratiques d'application des engrais.

Dans les années 1990, les variétés de canola à faible teneur en acide linoléique n'étaient cultivées que sur de très petites superficies. Alors, l'augmentation de rendement en matière de canola de 1990 à 2000 témoigne d'une amélioration dans la production de variétés de canola possédant une composition normale en acides aminés.

Ces rendements sont sur le point d'augmenter de nouveau puisque les producteurs peuvent maintenant utiliser des hybrides de canola. Comme le montre la figure 4, la meilleure variété de canola hybride possédant un profil d'acides gras normal a eu un rendement de 128 % comparativement à la variété témoin dans les essais de variétés des Prairies de 2004.³⁹ Le meilleur hybride à faible teneur en acide linoléique a eu un rendement de 106,4 % par rapport à la variété témoin.

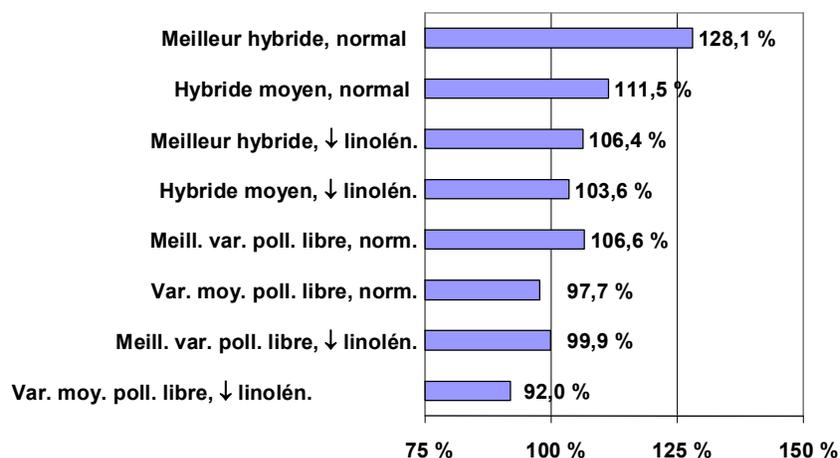


Figure 4. Comparaison du rendement de différentes variétés de canola et d'hybrides en 2004

Remarque : Les variétés actuelles de canola à faible teneur en acide linoléique ont un rendement moindre que les variétés possédant une composition normale en acides

³⁸ Serecon Management Consultants. (2002) Révision décennale de la Loi sur la protection des obtentions végétales du Canada. Préparé pour l'Agence canadienne d'inspection des aliments.

³⁹ Saskatchewan Pool 2005 Seed Guide. www.swp.com

gras. On pense que ceci est attribuable au fait qu'il y a eu, au cours des 15 dernières années, relativement moins d'investissements pour produire des variétés à faible teneur en acide linoléinique que pour le canola à composition normale en acides gras. La différence de rendement entre le canola normal et les variétés à faible teneur en acide linoléinique est en réalité un « décalage ou délai de réalisation » attribuable au fait d'avoir moins investi dans la mise au point et d'avoir produit amélioré les plantes sur un moins grand nombre de générations. Aucune étude n'a été faite pour déterminer s'il y avait un « effet de traînée » ou une diminution du rendement des cultures en raison, par exemple, des changements possibles dans la composition des lipides de la membrane associés au caractère de teneur réduite en acide linoléinique.

Étant donné, d'une part, la qualité supérieure des génotypes à faible teneur en acide linoléinique et, d'autre part, la demande croissante pour ce type de produit partiellement attribuable à la question des gras trans, l'industrie de l'amélioration génétique des cultures investira sans doute plus dans la production de cultures à faible teneur en acide linoléinique adaptées au climat canadien.

Poussée par la question des gras trans, l'industrie de l'amélioration des plantes pourrait considérer investir dans la mise au point de génotypes à teneur élevée en acide stéarique destinés au marché des corps gras solides.

3.1.3 Investissements dans l'amélioration phytogénétique visant la production de nouveaux types de cultures

Au Canada, les investissements privés engagés dans la mise au point de nouvelles variétés de canola étaient de 22,5 millions \$ CDN environ (en dollars de 1989) en 2000.⁴⁰ Cela constitue une augmentation par rapport à la moyenne d'environ 7,1 millions \$ CDN pendant les années 1988 – 1990. Les montants investis dans l'amélioration du soja étaient d'environ 2,0 millions \$ (en dollars de 1989) en 2000.

À une certaine époque, le secteur privé ne s'occupait pas de l'amélioration du canola au Canada. Mais, la situation a beaucoup changé au cours des années 1970 avec le projet de réglementation concernant les droits des sélectionneurs et la protection des obtentions végétales. Les investissements du secteur privé dans l'amélioration des oléagineux excèdent maintenant ceux du secteur public, qui a réorienté ses investissements destinés à la R-D sur les oléagineux vers une recherche plus fondamentale.

Remarque : *Certains sélectionneurs au Canada ont maintenant des mandats internationaux dans lesquels le marché canadien ne représente qu'une part du marché mondial en matière de génétique du canola.*

⁴⁰ Serecon Management Consultants. (2002) Révision décennale de la Loi sur la protection des obtentions végétales du Canada. Préparé pour l'Agence canadienne d'inspection des aliments.

3.1.4 Préservation de l'identité des nouveaux types d'oléagineux

Il est difficile de préserver l'identité des cultures, notamment chez celles susceptibles de se prêter à la pollinisation croisée. Il est également difficile de maintenir la séparation des oléagineux en vrac et des produits dérivés de l'huile dans la chaîne d'entreposage, de transport et de fabrication. L'expérience confirme les nombreux défis que pose la préservation de l'identité au niveau de l'exploitation agricole, de l'entreposage, de la manutention, du transport et de la transformation des oléagineux en vrac et de leurs huiles.⁴¹

En l'absence d'accord sur la réglementation ou les règles commerciales visant la tolérance en matière de mélange pour un type de culture ou de produit spécialisés, il pourrait être nécessaire de confiner l'identité des cultures pour assurer la séparation des nouveaux matériels dans le système alimentaire. La séparation absolue au moyen d'un confinement de l'identité n'est possible que si l'on dispose d'installations de manutention des produits en vrac vouées à un type donné de culture ou de produit, ou encore d'endroits où les produits sont bien emballés et ne risquent pas d'être mélangés à d'autres.

***Remarque :** Toute exigence du système alimentaire canadien visant à augmenter le nombre de types de produits d'oléagineux maintenus séparés tout au long de la manutention en vrac, du transport et des processus de transformation sera assortie de nombreux coûts et risques techniques. Les risques commerciaux et les coûts associés à la préservation de l'identité sont importants et doivent être évalués. Le coût de la préservation de l'identité sera finalement réparti entre les consommateurs, par le biais du prix des aliments qu'ils achètent, et ceux qui vendent les produits sur les marchés d'exportation, où le vendeur est plus souvent qu'autrement un simple preneur de prix.*

3.2 Modification des acides gras par transformation

3.2.1 Hydrogénation

Depuis sa mise au point dans les années 1920, la méthode d'hydrogénation des huiles comestibles est demeurée relativement la même. L'industrie des huiles comestibles a recours à des catalyseurs à base de nickel (Ni) pour fabriquer les huiles végétales partiellement hydrogénées. Ces catalyseurs offrent plusieurs avantages, dont une grande activité, une sélectivité propre aux acides linoléique et linoléinique, un faible coût, et une facilité de séparation de l'huile traitée. Malheureusement, ces catalyseurs isomérisent aussi les doubles liaisons cis naturelles des acides gras insaturés, convertissant ces derniers en une configuration trans.

Une description simplifiée du processus d'hydrogénation permet de mieux comprendre la formation des isomères trans et constitue un point de départ logique pour l'exploration de techniques visant à réduire la quantité d'isomères trans dans les huiles partiellement hydrogénées.

Le processus d'hydrogénation consiste en une série de d'étapes de réaction. Lorsque la molécule de graisse est adsorbée à la surface du catalyseur au Ni, la double liaison (l'endroit

⁴¹ Communications privées d'intervenants du secteur industriel.

où la molécule est insaturée) se lie avec le site actif du catalyseur. La molécule de graisse activée peut alors réagir avec une molécule d'hydrogène adsorbée à la surface du catalyseur, ce qui élimine l'insaturation. S'il n'y a pas d'hydrogène libre, la double liaison peut se reformer lorsque la molécule de graisse quitte la surface du catalyseur. Les doubles liaisons d'une molécule de graisse ont à peu près la même probabilité de se reformer sous forme cis ou trans. Par conséquent, la moitié ou plus des molécules qui entrent en contact avec le catalyseur à des endroits où il n'y a pas d'hydrogène libre formeront des gras trans.

C'est ce phénomène qui a mené aux trois stratégies visant à réduire la formation d'isomères trans durant l'hydrogénation afin de produire des huiles hydrogénées possédant un degré de saturation accru :

- ✚ Augmentation de la pression d'hydrogène de manière à accroître la quantité d'hydrogène à la surface du catalyseur.
- ✚ Utilisation d'un catalyseur moins actif comportant moins de sites actifs pour assurer que la surface du catalyseur contient toujours suffisamment de molécules d'hydrogène adsorbées près des sites actifs. Il suffit, pour ce faire, de produire des catalyseurs de moindre surface et d'activation réduite, ou encore d'empoisonner au préalable le catalyseur, bloquant ainsi la plupart des sites actifs à l'aide d'un poison de catalyseur comme le soufre.
- ✚ Ralentissement de la réaction de manière à permettre plus de mouvement d'hydrogène à la surface du catalyseur avant que la molécule de graisse ne soit libérée du catalyseur. Il suffit pour cela de diminuer la température de réaction.

Une augmentation importante de la pression d'hydrogène requiert d'importants changements sur le plan du matériel utilisé. Ainsi, pour fournir suffisamment de molécules d'hydrogène pour réduire de beaucoup la formation d'isomères trans, il faut des pressions pouvant atteindre les 5 MPa (50 atmosphères). Or, les réacteurs d'utilisation courante fonctionnent à des pressions inférieures à 500 kPa (5 atmosphères). Une telle stratégie nécessiterait donc le remplacement des réacteurs d'hydrogénation actuels, ce qui entraînerait des coûts considérables.

Les deux autres stratégies diminuent nettement la vitesse de réaction et entraînent une diminution considérable de la productivité du réacteur d'hydrogénation. Toute augmentation du temps de préparation de ~1 heure à 8 – 10 heures coûtera extrêmement cher au transformateur.

On a activement cherché à remplacer les catalyseurs au nickel. Des études visant à mettre au point des catalyseurs cis-sélectifs (soit des catalyseurs ne produisant pas d'isomères trans) ont été menées par Frankel *et al.* du Département américain de l'agriculture (USDA).⁴² Ces chercheurs ont trouvé plusieurs catalyseurs, dont des complexes chrome-carbonyle, qui ne produisent essentiellement pas d'isomères trans. Malheureusement, le chrome-carbonyle requiert une pression élevée (3,5 Mpa ou 500 lb/po²) et, comme il s'agit d'un catalyseur homogène, il est difficile de le séparer de l'huile traitée. La vitesse de réaction est lente et le catalyseur, très toxique. Néanmoins, les travaux de ces chercheurs ont permis d'identifier un

⁴² Frankel, E.N., Selke, E and Glass, CA JAOCS 46:256, 1968.

mécanisme possible pour produire de l'huile partiellement hydrogénée contenant très peu de gras trans.

Le chromite de cuivre a été analysé sur le plan commercial à titre de catalyseur cis-sélectif moins réactif. Il donne lieu à la production de moins d'isomères trans, mais au détriment de la sélectivité de l'acide linoléique, qui est médiocre, et de la vitesse de réaction, qui est lente.

Un certain nombre de métaux du groupe du platine se sont révélés très actifs, même à de très faibles concentrations. Bien qu'ils aient généré des taux élevés d'isomères trans, étant donné leur grande activité, il a été possible de produire la réaction à de très basses températures tout en obtenant un rendement acceptable et une quantité réduite d'isomères trans. Les catalyseurs homogènes convenaient mieux à la sélectivité à l'égard des isomères cis. Des travaux visant à immobiliser ces catalyseurs ont été entrepris dernièrement.

***Remarque :** Il est peu probable que l'on obtienne des teneurs nulles ou de 1 % avec les stratégies connues à l'heure actuelle pour modifier le processus d'hydrogénation. Cependant, il existe des moyens pour réduire la production d'isomères trans au cours de l'hydrogénation d'un ordre de grandeur, c'est-à-dire jusqu'à une teneur de 5 à 10 % dans certaines matières de base.*

3.2.2 Mélange des matières premières

Le mélange de graisses possédant différents degrés de saturation est une méthode qui permet de modifier les caractéristiques de fusion et d'accroître la plasticité du produit résultant.^{43,44,45}

On peut aussi utiliser le mélange pour influencer sur la structure cristalline ou le polymorphisme des graisses. Par exemple, pour maintenir la forme β' -cristal dans la margarine et les shortenings pour gâteaux, on peut incorporer au mélange une graisse à tendance de cristallisation β' , comme l'huile de palme ou l'huile de palme hydrogénée.

***Remarque :** Il est possible d'obtenir, par mélange, des graisses plastiques à teneur nulle ou faible en gras trans, mais certaines des graisses utilisées dans le mélange auront une teneur élevée en gras saturés. Il est difficile d'obtenir des mélanges de graisses avec les caractéristiques de fusion des gras hydrogénés, car les mélanges combinent des huiles liquides à point de fusion bas avec des gras saturés à point de fusion élevé, et peu de TAG ont des points de fusion qui se situent autour de la température du corps, comme c'est le cas des AGT. Les huiles liquides du mélange peuvent lui donner un goût huileux, tandis que les gras saturés au point de fusion élevé peuvent se révéler granuleux.*

⁴³ Nor Aini, I. "Trans-free vanaspati containing ternary blends of palm oil-palm stearin-palm olein and palm oil-palm stearin-palm kernel olein." J. Am. Oil Chem. Soc. 76: 643, 1999.

⁴⁴ Pal, P. K., D. K. Bhattacharyya, et al. "Modifications of butter stearin by blending and interesterification for better utilization in edible fat products." J. Am. Oil Chem. Soc. 78: 31, 2001.

⁴⁵ Danthine, S. D., C. "Blending of hydrogenation low-erucic acid rapeseed oil, low-erucic acid rapeseed oil, and hydrogenated palm oil or palm oil in the preparation of shortenings," J. Am. Oil Chem. Soc. 80: 1069, 2003.

3.2.3 Fractionnement

Le fractionnement repose sur la cristallisation sélective des TAG possédant un degré de saturation élevé, suivie de leur séparation de l'huile liquide.^{46,47} Cette technique est utilisée lors de la frigélisation des huiles pour en éliminer les TAG à point de fusion élevé, qui cristalliseraient pendant l'entreposage. Pour éviter que les huiles à salade vendues au détail ne deviennent troubles lorsqu'elles sont réfrigérées, l'huile de graine de coton et de tournesol ainsi que l'huile de soja légèrement hydrogénée sont frigélisées, c'est-à-dire que ces huiles sont refroidies ~ -10 °C et que les gras solides précipités et les cires sont enlevés par filtration. Une caractéristique intéressante et distinctive de l'huile de canola est qu'il n'est pas nécessaire de la frigéliser pour qu'elle reste claire aux températures de réfrigération.

Le fractionnement de l'huile de palme résulte en une oléine insaturée et en gras solides saturés, deux fractions ayant des caractéristiques de fusion intéressantes pour la confiserie. L'oléine d'huile de palme a une stabilité élevée à l'oxydation convenant à la friture. Les fractions à point de fusion plus élevé sont utilisées comme substituts de beurre de cacao ou comme matières de base dans les margarines et les shortenings.⁴⁸

***Remarque :** Le fractionnement est largement utilisé pour améliorer la fonctionnalité des graisses et résulte en des produits possédant des points de fusion, des teneurs en gras solides et des degrés de dureté différents. On peut préparer des graisses plastiques ne contenant pas d'acides gras trans, mais ayant des teneurs élevées en gras saturés en fractionnant des huiles de palme, de mangue et d'illipe, et en recombinaison des fractions dans des proportions différentes. Le fractionnement d'huiles de canola et de soja à teneur élevée en acide stéarique dans le but de récupérer les fractions de gras saturés possédant des propriétés utiles pour la fabrication de la margarine et du shortening est un processus connu.*

3.2.4 Interestérisation

L'interestérisation a fait ses preuves en tant que processus permettant d'adapter la consistance des graisses et des huiles. Lorsque des mélanges de phases solides d'huiles de palme et d'huiles végétales sont soumis à une randomisation chimique, on obtient des produits possédant toute une gamme de consistances convenant aux margarines, aux shortenings et à la confiserie.⁴⁹ Comme elle élimine les TAG aux points de fusion les plus élevés de la phase solide, l'interestérisation résulte généralement en une diminution du point de fusion du mélange.^{50,51} L'interestérisation pourrait également modifier le comportement polymorphe des mélanges, en générant un cristal β' .⁵² Ce type de cristal

⁴⁶ Hamm, W. "Trends in edible oil fractionation." *Trends Food Sci. Technol.* 6: 121, 1995.

⁴⁷ Illingworth, D. Fractionation of Fats. *Physical Properties of Lipids.* A. G. Marangoni and S. S. Narine. New York, Marcel Dekker.: 411, 2002.

⁴⁸ Jeyarani, T. and S. Yella Reddy. "Preparation of plastic fats with zero trans FA from palm oil." *J. Am. Oil Chem. Soc.* 80: 1107, 2003.

⁴⁹ Karabulut, I., S. Turan, et al. "Effects of chemical interesterification on solid fat content and slip melting point of fa/oil blends." *Eur. Food Res. Technol.* 218: 224-229, 2004.

⁵⁰ Rousseau, D. and A. G. Marangoni. "Tailoring the textural attributes of butter fat/canola oil blends via *Rhizopus arrhizus* lipase-catalyzed interesterification 2. Modifications of physical properties." *J. Agric. Food Chem* 46: 2375-2381, 1998.

⁵¹ Noor Lida, H. M. D. et al. "TAG composition and solid fat content of palm oil, sunflower oil, and palm kernel olein blends before and after chemical interesterification." *J. Am. Oil Chem. Soc.* 79: 1137, 2002.

⁵² Norizzah, A. R., C. L. Cong, et al. "Effects of chemical interesterification on physicochemical properties of palm stearin and palm kernel olein blends." *Food Chem.* 86: 229-235, 2003.

offre une consistance lisse et une fonctionnalité recherchée dans des produits tels que les nappages fouettés et les préparations pour gâteaux.

La technique repose sur l'échange d'acides gras entre les TAG d'un mélange. Il s'agit d'une réaction catalytique, impliquant la libération de certains acides gras par hydrolyse suivie d'un rattachement aléatoire de ceux-ci au glycéride. La réaction est catalysée chimiquement ou enzymatiquement :

-  L'interestérisation chimique (IC) manque de spécificité et la réaction peut générer plusieurs TAG non souhaitables dans le mélange. Il est possible d'orienter quelque peu la réaction d'interestérisation en enlevant, au fur et à mesure que la réaction se produit, les fractions recherchées à point de fusion élevé. L'interestérisation chimique est relativement économique et est utilisée à l'échelle industrielle, notamment en Europe, pour produire des graisses plastiques saturées à teneur nulle ou faible en gras trans.⁵³
-  L'interestérisation enzymatique (IE) offre une meilleure maîtrise des produits de réaction générés. Les enzymes sont très spécifiques et peuvent être sélectionnées pour cliver des liaisons esters précises, c'est-à-dire occupant une position particulière sur la molécule. Comme l'IE peut se faire à des températures plus basses que l'IC, il y a moins de dégradation. Contrairement à celles interestérisées chimiquement, les huiles interestérisées enzymatiquement n'ont pas besoin d'être lavées et blanchies.

Les graisses plastiques ou les corps gras solides interestérisés à teneur nulle ou faible en gras trans produits par interestérisation chimique ou enzymatique contiennent les gras saturés des matières de base originales.

Plusieurs auteurs signalent que l'IE des huiles et des graisses permet d'obtenir des produits possédant des propriétés physiques uniques. La spécificité de l'IE constitue un avantage considérable de cette technologie. Un autre avantage est que la réaction peut se faire à des températures plus basses que l'IC, alors il y a moins de dégradation. De plus, les huiles interestérisées chimiquement doivent être lavées et blanchies, mais pas les huiles interestérisées enzymatiquement, ce qui représente une économie de coûts importante pour le processus d'IE.

L'obstacle à l'adoption courante de l'IE était à l'origine le coût élevé de l'enzyme lipase. En 1994, l'entreprise danoise de production d'enzymes, Novozymes, mettait en marché la Lipolase^{MC}, une lipase recombinante obtenue par clonage du gène de la lipase de *Thermomyces lanuginosus* dans le génome d'*Aspergillus oryzae*.^{54, 55} L'entreprise produit la lipase par fermentation submergée, un processus efficace sur le plan des coûts.

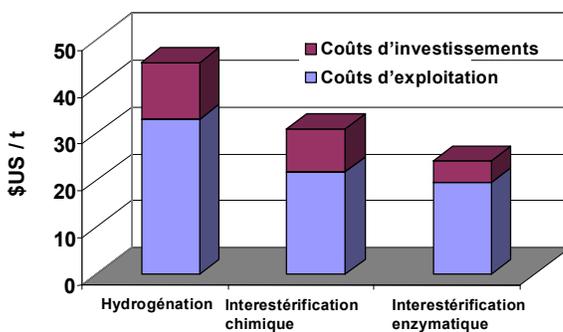
⁵³ Willis, W. M. and A. G. Marangoni. "Assessment of lipase- and chemically catalyzed lipid modification strategies for the production of structured lipids." J. Am. Oil Chem. Soc. 76(4): 443-350, 1999.

⁵⁴ Ashok Pandey, Sailas Benjamin, Carlos R. Soccol, Poonam Nigam, Nadia Krieger and Vanete T. Soccol. The realm of microbial lipases in biotechnology. Biotechnol. Appl. Biochem. 29, 119-131, 1999. <http://www.babonline.org/bab/029/0119/bab0290119.htm#REF10>

⁵⁵ U. S. Food and Drug Administration, Center for Food Safety & Applied Nutrition, Office of Premarket Approval. Agency Response Letter. GRAS Notice No. GRN 000043. September 22, 2000.

L'immobilisation de la Lipolase a permis de réduire davantage les coûts de production puisque ce procédé permet de réutiliser l'enzyme et d'accroître la stabilité de la lipase au pH et à la température. En collaboration avec Novozymes, De Smet a mis au point un procédé d'interestérification en continu sur lit fixe, appelé Interzym.⁵⁶ On dit que ce procédé requiert moins d'investissements en capitaux, et que ses coûts d'exploitation sont moins élevés que ceux associés à l'hydrogénation et l'interestérification chimique (figure 5).⁵⁷

ADM a mis en service la première usine d'interestérification enzymatique en Amérique du Nord, à Quincy, en Illinois (É.-U.). Sa gamme de produits NovaLipid^{MC} comprend des huiles naturellement stables, des gras de soja entièrement hydrogénés, des huiles tropicales, des huiles mélangées ainsi que des shortenings et des margarines interestérifiées enzymatiquement. Les gras de soja interestérifiés enzymatiquement contenant plus de 20 % de stéarate porteront sur l'étiquette la mention huile de soja interestérifiée à « teneur élevée en stéarate » ou « riche en stéarate ».⁵⁸



Source : Interestérification enzymatique : avantages associés au procédé et aux produits obtenus. www.novozymes.com

Figure 5. Comparaison des coûts liés à la modification des acides gras

3.3 Utilisation de gras saturés

Au Canada, les gras saturés dont on a besoin pour fabriquer la margarine et le shortening proviendront de trois sources :

- ✚ Canadienne : gras de canola et de soja entièrement hydrogénés C18:0.
- ✚ Canadienne : graisses animales – suif et saindoux.
- ✚ Étrangère : huiles tropicales – palme et noix de coco.

En Amérique du Nord, les graisses animales étaient, à l'origine, la principale source de matières grasses dans l'alimentation. Dans les formulations initiales de la margarine, les

⁵⁶ Desmet Bellastra. Fat Modification. <http://www.desmetgroup.com/desmet04/fatmodificat.html>

⁵⁷ David Cowan and Tommy Lykke Husum. Enzymatic Interesterification: Process Advantages and Product Benefits., Novozymes A/S, Oils & Fats Business Development Team, Denmark; and Novozymes North America, Inc., Oils & Fats Business Development Team, USA. Inform 15(3) 150 – 151, 2004. Also, <http://palmoilis.mpob.gov.my/publications/pod39-p7.pdf>

⁵⁸ Archer Daniels Midland Company. ADM To Expand NovaLipid Line of Zero/Low Trans-Fat Oils and Margarines http://www.admworld.com/presspdf/NovaLipid_expansion_announcement.pdf

matières grasses provenaient du fractionnement du suif. Ces matières grasses ont ensuite été remplacées par de l'huile de baleine hydrogénée – dans des produits qui seraient considérés comme mauvais aujourd'hui. La production et l'utilisation des huiles végétales au Canada ont rapidement augmenté au cours de la Deuxième Guerre mondiale en raison de la pénurie de graisses et de protéines animales. Après la guerre, la demande de graisses animales augmente, mais l'offre demeure stable : elles sont donc plus chères que les huiles végétales et les produits dérivés de celles-ci. C'est ainsi que les huiles végétales ont percé les marchés des graisses animales et des matières grasses provenant des produits laitiers.

Depuis longtemps, l'Afrique, l'Asie et les Caraïbes produisent de l'huile de noix de coco à partir de fruits complètement mûrs (copra). Cette huile est recherchée en raison de sa saveur particulière et de sa stabilité. Cependant, le prix de l'huile de noix de coco a beaucoup varié à cause de la concurrence des autres huiles et de certains problèmes de production liés aux insectes.

Le palmier à huile est une plante permettant de produire deux huiles : l'huile de palme et l'huile de palmiste. L'huile de palme a une teneur élevée en acide palmitique, un acide gras saturé (16:0), tandis que l'huile de palmiste a une teneur élevée en acide laurique, un acide gras saturé (14:0), et elle contient aussi des acides gras monoinsaturés. Lorsque le marché du caoutchouc naturel s'est effondré à cause de la mise au point de produits de remplacement à base de pétrole, la Malaisie et l'Indonésie ont converti leurs plantations de caoutchouc en exploitations de production d'huile de palme. Au moment où ces plantations ont commencé à produire, au milieu des années 1970, l'offre d'huile de palme a augmenté de façon spectaculaire. D'autres pays d'Afrique, d'Asie et d'Amérique du Sud ont ensuite entamé la production de cette huile.

Cette offre d'huile de palme à bon marché était fort intéressante pour les transformateurs qui ont :

- ✚ élaboré des techniques physiques simples et rentables pour raffiner l'huile de palme,
- ✚ commencé à incorporer de l'huile de palme dans de nombreux produits alimentaires.

En 1991, l'huile de palme représentait 33 % du commerce mondial des huiles et des graisses, et elle était la source dominante d'huile alimentaire dans plus de 90 pays.⁵⁹ Au début, l'huile expédiée en Amérique du Nord était souvent de piètre qualité en raison de techniques de transformation et d'expédition inadéquates. Ces éléments se sont toutefois améliorés avec les efforts déployés pour développer la technologie de production de l'huile de palme, une initiative menée principalement par les producteurs d'huile de palme de Malaisie.

Dans le but de protéger leurs marchés, les producteurs de soja ont fait campagne contre l'huile de palme et persuadé le Congrès américain d'exiger la mention d'« huiles tropicales » sur les étiquettes des produits de consommation. Bien que cette mesure ait ralenti le développement de l'utilisation de l'huile de palme, les huiles tropicales sont demeurées une

⁵⁹ Augustine S. H. Ong, Malaysian Palm Oil Promotion Council. Nutritional aspects of palm oil: an introductory review. Asia Pacific J Clin Nutr. 3, 201-206. 1994. <http://elecpress.monash.edu.au/APJCN/Vol3/Num4/34p201.htm>

partie intégrante des produits nord-américains, et avec l'arrivée de la question des gras trans, son utilisation ne cesse de croître.

3.4 Utilisation d'antioxydants

Les produits alimentaires peuvent comprendre un certain nombre d'additifs destinés à améliorer la stabilité des matières grasses ou à contribuer à la fonctionnalité voulue offerte à l'heure actuelle par les gras trans.

Les antioxydants sont des composés qui retardent ou inhibent l'oxydation des huiles et des graisses, et on les utilise pour prolonger la durée de conservation des huiles comestibles. Les antioxydants n'éliminent pas complètement l'oxydation. Ils prolongent plutôt le temps avant qu'une huile ne commence à rancir.

Il existe plusieurs antioxydants phénoliques qui, à de faibles concentrations, ne sont pas nocifs tout en étant efficaces : le BHA (butyl hydroxanisole), le BHT (butyl hydroxytoluène) et le gallate de propyl, en sont des exemples. Les antioxydants agissent souvent en synergie les uns avec les autres, de même qu'avec d'autres additifs alimentaires, comme l'acide citrique. Bien que ces substances soient très efficaces, l'aversion du public à l'égard des additifs chimiques décourage leur utilisation. Curieusement, les produits naturels (p. ex. l'extrait de romarin) qui contiennent les mêmes substances phénoliques ou des substances similaires, ainsi que certaines substances plus toxiques, sont acceptées sans problème.

Les tocophérols (vitamine E) sont des antioxydants naturels qui sont présents dans de nombreuses huiles comestibles. Le processus de désodorisation permet d'éliminer partiellement ou entièrement les tocophérols par le biais de la distillation à la vapeur sous vide, et c'est là la source de la plupart des préparations de vitamine E. Avec la nécessité d'accroître la stabilité de l'huile, les fabricants pourraient être tentés de retenir plus de tocophérols dans l'huile et même d'en ajouter d'autres de source naturelle ou synthétique.

3.5 Substituts de matières grasses

L'une des stratégies visant à réduire ou à éliminer les acides gras trans dans l'alimentation consiste à diminuer la teneur globale en matières grasses des aliments.⁶⁰ Les solutions de remplacement des matières grasses deviendront très importantes si l'on détermine que les taux de gras saturés ne doivent pas augmenter à mesure que diminuent les taux de gras trans.

À peu d'exception près, le remplacement des matières grasses nécessite la reformulation du produit afin d'obtenir les propriétés voulues. Quand on enlève des matières grasses d'un produit, il faut habituellement avoir recours à des agents gonflants. D'autres fonctionnalités, comme le point de fusion ou le pouvoir lubrifiant, peuvent également être compromises.

Les substituts de matières grasses sont des ingrédients qui imitent la fonctionnalité et les propriétés organoleptiques des graisses, mais qui apportent moins de calories. On trouve des substituts de matières grasses à base de lipides, de protéines ou de glucides.

⁶⁰ Guelph Food Technology Centre. Fat Replacers & Extenders. *Functional Foods & Nutraceuticals*, June 2004. <http://www.gftc.ca/newslett/2004-12/fat-replacers-extenders.cfm>

L'Olestra et le Salatrim sont des exemples de substituts de graisses à base de lipides. Les substituts à base de protéines et de glucides sont des ingrédients hydrophiles qui peuvent imiter certains comportements des graisses. Ces composés sont aussi appelés matières grasses mimétiques parce qu'ils ne reproduisent que partiellement le rôle des graisses dans un produit alimentaire.

Le choix d'un substitut de gras approprié requiert une bonne compréhension du système alimentaire en question et l'examen minutieux des avantages et des inconvénients de chaque produit. Souvent, un mélange de divers ingrédients offre la meilleure solution à la réduction des matières grasses. La présente section porte sur certains ingrédients courants qui pourraient être employés comme substituts de matières grasses. Il importe cependant de souligner que l'utilisation de plusieurs des ingrédients qui pourraient remplacer les gras trans dans les aliments n'est pas approuvée au Canada.

3.5.1 Substituts de gras à base de lipides

Les substituts de matières grasses à base de lipides ont l'avantage d'être liposolubles. Ils reproduisent donc mieux la fonctionnalité des graisses classiques que les ingrédients à base de glucides et de protéines. Ils possèdent aussi une meilleure stabilité à la chaleur et peuvent être utilisés pour la cuisson et la friture.

Les substituts à base de lipides aident également à maintenir le profil de saveur type d'un aliment. Les substances aromatiques hydrophobes sont véhiculées par les huiles et les graisses présentes dans les aliments et sont libérées lentement lors de la mastication et de la déglutition. Par conséquent, les graisses jouent un rôle important non seulement sur le plan de la texture, mais aussi sur celui de la saveur, en prolongeant la libération des substances aromatiques. Lorsque l'on enlève les matières grasses des aliments, la libération des substances aromatiques tend à être beaucoup plus rapide et fugace.

3.5.1.1 Émulsifiants

Les émulsifiants sont des composés qui sont attirés et par les huiles et par l'eau. Leur principale fonction dans les aliments concerne la formation d'émulsions stables combinant de l'eau et de l'huile dans des produits tels que les sauces pour salade, les tartinades à base de gras et la crème glacée. On les utilise aussi comme agents de conditionnement des pâtes, pour augmenter l'aération dans les pâtes boulangères et pour prévenir le blanchiment gras du chocolat. Les émulsifiants les plus couramment utilisés sont des mono et diglycérides, c'est-à-dire des TAG dans lesquels un ou deux des acides gras sont remplacés par un hydrogène, conférant ainsi à la molécule un site hydrophile.

Les émulsifiants peuvent être utilisés spécifiquement pour changer la fonctionnalité des graisses. Par exemple, dans les pâtes à gâteaux, les émulsifiants permettent une meilleure incorporation de l'air de sorte que de plus petites bulles d'air sont produites. Ceci donne lieu à un grain plus fin et à une mie convenant mieux aux gâteaux et aux biscuits. Dans certains cas, les émulsifiants peuvent permettre de remplacer un shortening par une huile (liquide), bien qu'une telle substitution ne convienne pas à des applications nécessitant une graisse

cristalline.⁶¹ Les shortenings plastiques utilisés dans l'industrie de la boulangerie contiennent habituellement 5 à 10 % de mono et di-glycérides. Les émulsifiants modifient également la structure cristalline des graisses. Ils peuvent être utilisés pour prévenir la turbidité dans les huiles à salade réfrigérées, pour obtenir la plasticité voulue dans les margarines et pour influencer sur le comportement polymorphe des graisses. Ces éléments sont importants pour obtenir une tartinaade (à base de matières grasses) qui soit lisse.

Plusieurs émulsifiants peuvent améliorer la qualité des produits à teneur réduite en gras, en prolongeant la fonctionnalité de la matière grasse présente. Dans un sens, les émulsifiants permettent d'en faire plus avec moins. Les acylglycérols (glycérides partiels), la lécithine, les stéaroyllactates de sodium, les esters diacyltartartiques de mono et de diacylglycérols sont tous des exemples d'émulsifiants à base de lipides qui présentent un intérêt pour la préparation d'aliments à teneur réduite en gras.

3.5.1.2 Diacylglycérols

L'huile Enova est une huile végétale à base de diacylglycérol (DAG) vendue en Amérique du Nord par Archer Daniels Midland Company (ADM) et par Andrew Jergens Company (une filiale de Kao Corporation, Tokyo). Le DAG ne contient que deux molécules d'acides gras estérifiées, tandis que le TAG en contient trois. Même si ces graisses ne fournissent que 9 kcal/g comme les graisses typiques à base de TAG, il semble que les huiles à base de DAG entraînent une réduction de poids et une diminution des graisses corporelles chez l'humain. Les huiles à base de DAG possèdent une fonctionnalité semblable à celle des graisses classiques dans de nombreuses applications dont la cuisson et la friture, la boulangerie, les sauces pour salade et les aliments à base de produits laitiers. Des efforts visant à incorporer les huiles à base de DAG dans différents produits alimentaires sont en cours.⁶² L'huile végétale à base de diacylglycérol a été examinée récemment à titre d'aliment nouveau par Santé Canada.⁶³

3.5.1.3 Triglycérides à chaîne de longueur moyenne

Les triglycérides à chaîne moyenne (TCM) contiennent des acides gras constitués de 6 à 12 carbones. Ces composés sont importants sur le plan nutritionnel parce qu'ils ne fournissent que 8,3 kcal/g d'énergie comparativement aux 9 kcal/g des acides gras à chaîne plus longue. En conséquence, l'incorporation de TCM dans les aliments peut résulter en une diminution modeste de l'apport calorique. Les TCM sont habituellement liquides à la température ambiante et présentent une stabilité relativement bonne à l'oxydation. Comme il s'agit de TAG, ils se comportent de manière semblable à d'autres huiles et graisses dans les aliments. Ils peuvent aussi accroître les taux de cholestérol.

3.5.1.4 Salatrim

L'absorption par l'organisme des acides gras saturés à longue chaîne est limitée, en raison, entre autres, de leur température de fusion relativement élevée. Par conséquent, ils

⁶¹ Kuntz, L.A., Where is fat reduction going? *Food Prod. Des.*, Mars 1996. <http://www.foodproductdesign.com/archive/1996/0396CS.html>

⁶² Boice, B., Egbert, R., Sikorski, D.M., Stuchell, Y.M., and Widlak, N. Foods and drinks containing diacylglycerol. Brevet américain 2004/0009284 A1, 2004.

⁶³ Santé Canada. Décisions sur les aliments nouveaux, 10 septembre 2004. http://www.hc-sc.gc.ca/food-aliment/mh-dm/ofb-bba/nfi-ani/f_nf_dec.html

fournissent moins de calories par gramme que certains acides gras saturés à chaîne plus courte. Un composé du nom de Salatrim, qui est vendu aux É.-U. et en Europe par Danisco sous l'appellation commerciale Benefat^{MC} tire justement profit de ce fait. Au Canada, l'utilisation de Salatrim dans les aliments n'est pas approuvée.

Le mot Salatrim est un acronyme pour *short and long chain triacylglycerol molecules*. Cette classe de TAG contient des acides gras à courte et à longue chaînes. Généralement, un acide acétique, propionique ou butyrique (C2-C4) est interestérifié avec un acide gras à chaîne beaucoup plus longue, comme l'acide palmitique, stéarique, arachidique ou béhénique (C16-22). En raison de l'absorption limitée des acides gras saturés à longue chaîne et du pouvoir calorique inférieur des acides gras à courte chaîne, l'apport calorique de ces composés peut être d'aussi peu que 5 kcal/g. Il existe divers produits à base de Salatrim pour des applications liées à la boulangerie, à la confiserie et aux tartinades, ainsi que pour des applications futures dans le domaine des produits congelés et des aliments à base de produits laitiers.

3.5.1.5 Olestra

L'Olestra est un ingrédient liposoluble synthétique consistant en un polyester de saccharose dans lequel les acides gras sont estérifiés à une structure de base constituée d'une molécule de saccharose. Selon les acides gras présents, le composé possède différentes propriétés physiques et chimiques.

L'Olestra n'est pas hydrolysé par les enzymes digestives. Son apport calorique est donc nul. L'Olestra est réputé semblable aux graisses classiques en termes de sensation en bouche, de grande stabilité à la chaleur, de durée de conservation et de capacité à véhiculer les saveurs. Le plus grand inconvénient d'Olestra est le suivant : comme il n'est pas digéré, il peut causer une perturbation gastrointestinale et avoir un effet laxatif. L'Olestra peut aussi diminuer l'absorption des éléments nutritifs liposolubles. Au Canada, l'utilisation d'Olestra n'est pas approuvée à des fins alimentaires.

3.5.2 Substituts de gras à base de glucides

Dans certains cas, on peut utiliser des glucides et des protéines pour imiter les propriétés des matières grasses. C'est grâce à leur capacité d'interagir avec l'eau que ces substances peuvent reproduire les propriétés des matières grasses. En effet, ces molécules se lient à l'eau et, à l'instar des graisses, contribuent au volume, aux sensations en bouche et au pouvoir lubrifiant des aliments. La nécessité d'eau dans ces systèmes peut toutefois entraîner une réduction de la stabilité microbienne et de la durée de conservation, modifier le point de congélation et diminuer la stabilité de l'émulsion.

Les substituts de gras à base de glucides ne constituent généralement pas des solutions viables pour les aliments à faible teneur en eau. Les amidons, la maltodextrine, le polydextrose, l'inuline, les hydrocolloïdes et les fibres sont des exemples de glucides pouvant imiter des graisses. Il s'agit d'un vaste groupe de composés qui aident à épaissir les aliments et à leur assurer une structure. Comme certaines de ces molécules de glucides, dont la cellulose, ne peuvent être digérées, leur apport calorique est négligeable. En ce qui concerne les glucides qui sont digérés, leur apport calorique peut atteindre 4 kcal/g selon leur degré d'hydratation et leurs propriétés chimiques spécifiques. Ainsi, comme les polyols ne sont pas

complètement absorbés et métabolisés, leur apport calorique est moindre, mais bon nombre d'entre eux ont un effet laxatif.

Étant donné que les amidons peuvent lier l'eau, ils sont très utiles comme agents épaississants ou gélifiants. Ils sont couramment utilisés pour remplacer partiellement la fonctionnalité des graisses dans les produits carnés, les trempettes et les produits de boulangerie à teneur élevée en eau. Outre l'éventail de fonctionnalités qu'ils offrent, les amidons modifiés sont habituellement des substituts de gras économiques. Le choix du glucide varie, entre autres, selon la température, le pH et la texture recherchée. Par exemple, les équivalents de maltodextrine à faible teneur en dextrose sont indiqués pour augmenter la viscosité ou la gélation. D'autres ingrédients permettent d'imiter d'autres qualités des graisses dans les aliments. Par exemple, l'utilisation de granules d'amidon microparticulés intacts dans les aliments permet d'obtenir la sensation en bouche et la structure des cristaux offertes par les graisses. De plus, la combinaison de divers ingrédients constitue souvent la meilleure solution pour obtenir le résultat voulu.

Les amidons résistants sont une classe d'amidons qui ne sont pas digérés dans l'intestin grêle, même s'ils sont fermentés dans le gros intestin. Cette classe de composés comprend des amidons physiquement inaccessibles, granuleux et non gélatinisés, à teneur élevée en amylase, rétrogradés après la gélatinisation et chimiquement modifiés. Les amidons résistants ont reçu une bonne part d'attention dernièrement en raison de l'intérêt suscité par les régimes alimentaires à faible teneur en glucides. Comparativement aux autres ingrédients à base de glucides, ces molécules possèdent une faible capacité de rétention d'eau. Elles peuvent être utilisées dans des applications telles que les céréales de petit déjeuner, les pâtes alimentaires, les biscuits apéritifs, les produits de boulangerie et autres aliments à faible teneur en eau. Il existe différents types d'amidons résistants.

Le polydextrose est un polymère de molécules de glucose assemblées au hasard. Bien que les versions à faible poids moléculaire soient utilisées comme substituts du sucre, les polydextroses à poids moléculaire plus élevé imitent la sensation en bouche lisse des graisses. Le polydextrose est principalement utilisé comme agent volumisant dans les aliments à teneur réduite en matières grasses. Étant donné que jusqu'à 90 % du polydextrose est constitué de fibres, l'apport calorique de ce composé n'est que de 1 kcal/g.

En général, on peut utiliser des fibres de différentes sources végétales comme substituts partiels de graisses. Ces matières présentent l'avantage suivant : la plupart ne fournissent aucun apport calorique (0 kcal/g) et apportent des bienfaits nutritionnels, en favorisant la motilité gastrique, par exemple. Comme les amidons, les fibres peuvent contribuer à la texture, former des gels et limiter la quantité d'eau, selon leur composition spécifique. Les purées de fruits ou les poudres de purée à base de prunes, de pommes ou de poires sont riches en fibres et peuvent aider à réduire la quantité de graisses dans certaines applications, notamment les produits de boulangerie. On trouve aussi des ingrédients pouvant servir de substituts aux graisses dans d'autres matières végétales. Par exemple, le Z-trim est un ingrédient nouveau vendu aux É.-U. Il est fabriqué à partir de l'enveloppe transformée des grains de riz, de pois, de soja et d'avoine, ou encore du son de maïs ou de blé transformé. Ces matières sont transformées en minuscules fragments non métabolisables, qui sont purifiés et broyés en une poudre sèche qui absorbe l'eau et gonfle pour former un substitut de gras lisse.

L'inuline est extraite de la racine de chicorée et, bien qu'il s'agisse d'une matière fibreuse, elle n'a pas le goût typique habituellement associé aux fibres. L'inuline représente un groupe de produits constitués de mélanges d'oligomères et de polymères de fructose possédant un glucose comme groupement terminal et unis par des liens bêta (2-1). L'apport calorique des inulines varie de 1,0 à 1,5 kcal/g, et ces composés possèdent différentes fonctionnalités et apportent divers bienfaits sur le plan nutritionnel. Par exemple, l'inuline peut augmenter l'absorption du calcium et favoriser la croissance des bifidobactéries (des bactéries bénéfiques) dans l'intestin. En termes de remplacement de matières grasses, certaines inulines peuvent être mélangées à de l'eau et cisailées pour produire une texture de gel crémeux présentant un intérêt pour les tartinades à base de gras et les produits de fromage crémeux. Bien que certaines inulines soient légèrement sucrées, d'autres ont une saveur neutre; toutes ont un goût net. On a réussi à diminuer la quantité de matières grasses dans les tartinades, les sauces pour salade, les produits de boulangerie, les produits laitiers et les desserts congelés.

Les hydrocolloïdes ou gommes peuvent être utiles lorsque l'on procède à la reformulation des aliments pour obtenir des aliments à teneur réduite en matières grasses. Des colloïdes comme les gommes de xanthane, de caroube ou de guar, la pectine, les alginates et les carraghénanes ont une grande capacité de rétention d'eau. C'est pour cette raison que ces composés aident à stabiliser les émulsions, à réduire la susceptibilité au gel/dégel, à prévenir la synérèse et à fournir une texture aux aliments. Ils jouent également un rôle dans la sensation en bouche des aliments. La cellulose, la cellulose microcristalline (un produit obtenu par le traitement acide de la cellulose) et d'autres dérivés de la cellulose peuvent être utilisés pour créer des structures analogues à celles des graisses. Par exemple, lorsque l'on disperse de la cellulose microcristalline dans l'eau, que l'on agite la solution, les chaînes forment un gel mou et crémeux de texture semblable à celle des graisses. Encore une fois, on choisira l'hydrocolloïde ou la combinaison d'hydrocolloïdes selon l'application prévue.

3.5.3 Substituts de gras à base de protéines

Les protéines utilisées comme substituts de matières grasses peuvent provenir des œufs, du lactosérum, de la gélatine et du gluten de blé. Comme les protéines sont amphiphiles, elles agissent comme des émulsifiants. Pour réduire la teneur en matières grasses, on peut utiliser des protéines qui ont été transformées en microparticules (environ 0,5 à 2 μ m de diamètre). Cette approche fait des substituts de gras à base de protéines des éléments de remplacement supérieurs à leurs homologues à base de glucides.

Les ingrédients comme le Simplex, fait de protéine de lactosérum, agissent comme de minuscules roulements à billes et offrent une sensation en bouche lisse et glissante aux produits à teneur relativement élevée en eau comme les sauces pour salade et les desserts congelés à base de produits laitiers. Si les protéines utilisées sont thermostables, elles peuvent être utilisées dans les produits de boulangerie. Les agents mimétiques des graisses à base de protéines ne conviennent pas à la friture en raison de la sensibilité à la chaleur des protéines. Dans certains cas, des substituts de gras à base de protéines peuvent être adaptés à une application spécifique par un contrôle rigoureux du processus de dénaturation.

L'apport calorique des ingrédients microparticulés est d'environ 1,3 kcal/g. Les isolats de protéines de lactosérum contiennent 4 kcal/g et imitent très bien la fonctionnalité des

graisses dans certaines applications, notamment lorsqu'ils sont transformés en microparticules. Ils sont particulièrement utiles dans les desserts congelés à base de produits laitiers, parce qu'ils empêchent la diminution de volume et la formation de cristaux de glace. Bien qu'ils ne soient pas spécifiquement des substituts de gras en termes de fonctionnalité, les isolats de protéines de soja peuvent être ajoutés aux produits simplement pour réduire la concentration des matières grasses présentes. Les substituts de gras à base de protéines ont tendance à masquer les saveurs dans les aliments. De plus, selon leur source, ces composés peuvent susciter certaines préoccupations sur le plan de l'allergénicité. Le Simplesse a été approuvé par la FDA aux É.-U. en 1990, et Santé Canada le considère comme un ingrédient alimentaire naturel.

4. Mesures pour réduire la teneur en gras trans dans les aliments

4.1 Investissements

Au Canada, la reformulation des produits visant à obtenir des produits alimentaires à teneur nulle ou faible en gras trans requiert de nouveaux ingrédients, de nouveaux procédés et de nouveaux produits. Il est important de comprendre que certaines solutions de rechange aux gras trans peuvent entraîner l'altération ou la dégradation des propriétés physiques et organoleptiques de certains aliments. Les bienfaits nutritionnels des produits de remplacement doivent également être validés, puisque bon nombre d'entre eux augmenteront les taux de gras saturés et que certains pourraient occasionner des déficiences nutritionnelles auxquelles il faudrait pallier. Pour obtenir des produits alimentaires à teneur nulle ou faible en gras trans, au Canada, il faudra :

- ✚ Investir dans la recherche, le génie alimentaire et le développement de produits, ou
- ✚ Importer la recherche, des technologies et des produits de remplacement d'ailleurs.

Pour de petits volumes et des produits à faible marge bénéficiaire, pour lesquels on ne peut justifier des investissements, le fabricant peut décider de retirer le produit du marché canadien – selon les attentes des consommateurs et la réglementation en matière de gras trans.

Depuis quelques temps déjà, l'industrie canadienne cherche à réduire, voire à éliminer les gras trans dans la chaîne alimentaire et elle investit dans différents domaines des sciences végétales et alimentaires, du génie des procédés alimentaires, du développement et de la mise en marché des produits. Les domaines visés comprennent notamment :

- ✚ Des variétés améliorées dotées de nouveaux caractères
- ✚ De nouveaux plans de production de cultures et de nouvelles chaînes de valeur
- ✚ De nouveaux procédés de fabrication valorisants ou économiques
- ✚ De nouvelles formulations et matières premières
- ✚ De nouvelles approches à la distribution, à la mise en marché et aux communications.

4.2 Sensibilisation et éducation du public en matière d'huiles et de gras

Les gras trans suscitent la controverse à l'heure actuelle et constituent un défi sur le plan des communications et de l'éducation du public pour l'industrie et les gouvernements.

Le public semble de plus en plus conscient de la présence des gras trans dans les aliments, mais il ne sait peut-être pas qu'on ne peut fabriquer de corps gras solides et semi-solides utilisés dans certains produits de boulangerie sans avoir recours à des gras trans ou à des gras saturés. Il en connaît sans doute moins encore sur les méfaits nutritionnels des acides palmitique et stéarique ainsi que sur les bienfaits de l'acide linoléique.

L'industrie alimentaire pourrait devoir convaincre un public sceptique que la présence de gras saturés est acceptable, du moins dans certains aliments, pour lesquels les solutions de rechange ne sont pas rentables ou encore elles sont tout simplement inexistantes.

4.3 Bienfaits pour la santé des produits à teneur faible, voire nulle en gras trans

Pour reformuler les corps gras solides de manière à ce qu'ils aient une teneur nulle ou faible en gras trans, les raffineurs d'huile devront sans doute accroître leur utilisation des produits suivants :

- ✚ Huiles tropicales – teneur élevée en acide palmitique et teneur modérée en acide stéarique.
- ✚ Huiles oléiques entièrement hydrogénées, comme l'huile de soja ou de canola – teneur élevée en acide stéarique.
- ✚ Graisses animales – teneur élevée en acides stéarique et palmitique.

Étant donné les préoccupations de longue date des consommateurs au sujet des graisses animales, à cause du cholestérol et maintenant de l'ESB (encéphalopathie spongiforme bovine), il semble inévitable que l'industrie alimentaire se tourne vers les huiles tropicales importées, à bas prix, à teneur élevée en acide palmitique, comme matière première saturée pour la fabrication de margarines et de shortenings.

L'industrie pourrait se fier sur des études indiquant que les acides gras saturés ne présentent pas tous le mêmes risques pour la santé. Certaines études suggèrent en effet que l'acide stéarique (18:0) est moins hypercholestérolémique que les acides laurique (12:0), myristique (14:0) et palmitique (16:0). Cette différence est partiellement due au fait que l'acide stéarique est moins absorbé que les autres. Il est possible de préparer des graisses plastiques à teneur faible ou nulle en gras trans à l'aide de gras à teneur élevée en acide stéarique provenant du fractionnement de corps gras solides, d'huiles entièrement hydrogénées ou d'huiles de canola ou de soja à teneur élevée en acide stéarique qui ne sont pas encore sur le marché.

Nous avons remarqué que les données scientifiques concernant le degré relatif de nocivité des gras trans et des divers acides gras saturés ne sont pas sans équivoque. Une étude britannique récente, la première alléguant une compréhension détaillée du mécanisme par lequel les gras saturés et les gras trans accroissent le taux de LDL et diminuent celui du HDL, a conclu que la même voie métabolique est responsable de l'action des gras trans et

des gras saturés. Par conséquent, leurs effets doivent être les mêmes, ou du moins très similaires.⁶⁴

***Remarque :** Comme plusieurs des techniques adoptées par l'industrie pour remplacer les graisses reposent sur une utilisation accrue des acides palmitique et stéarique (des gras saturés), il faudra procéder à d'autres études pour déterminer les effets sur la santé et les mérites des nouvelles formulations comme solution de rechange aux formulations contenant des acides gras trans.*

Bien que les gras trans constituent un sujet brûlant d'actualité, la plupart des stratégies de réduction mises en œuvre ne réduisent pas l'apport calorique. Or, on a suggéré que la lutte contre l'obésité pourrait s'avérer une question plus importante encore que celle des gras trans.⁶⁵

4.4 Catégories d'utilisation des huiles et des graisses et modification des gras trans

Le défi posé par les gras trans touche l'industrie alimentaire canadienne dans quatre de cinq principales catégories d'utilisation des huiles et des graisses (tableau 2) :

-  Huiles à salade
-  Margarines et tartinades
-  Huile à friture pour la restauration
-  Transformation et friture industrielles
-  Shortening

Le tableau 2 indique les délais prévus pour apporter les changements requis en matière de teneur en gras trans dans les cinq domaines d'utilisation des huiles et des graisses.

4.5 Nouvelles techniques de transformation

Il n'existe pas de solution simple instantanée qui convienne à toutes les applications. Les aliments sont des systèmes complexes, et le fait de changer un ingrédient ou une opération de transformation peut avoir d'importantes répercussions sur la qualité du produit.

Les défis associés à la reformulation des produits alimentaires afin de diminuer ou d'éliminer la quantité de gras trans présents varient selon les applications. Les produits qui requièrent un corps gras solide posent des défis particulièrement importants.^{66,67}

⁶⁴ Référence

⁶⁵ Dave Forster, Bunge Canada. Frying Oils: Consumer and Suppliers' Perspective. Proceedings: Seminar Fats and Oils. ICSTA Section du Québec. Montréal (Québec). 14 – 15 octobre 2004.

⁶⁶ Thomas Tiffany, Archer Daniels Midland Company. An Overview of Viable Alternatives to Reduce Trans Fatty Acids. Proceedings: Seminar Fats and Oils. ICSTA Section du Québec. Montréal (Québec). 14- 15 octobre 2004.

⁶⁷ Bob Johnson, Bunge Oils, USA. Functional Properties of Fats in Food Applications. Proceedings: Seminar Fats and Oils. ICSTA Section du Québec. Montréal (Québec). 14-15 octobre 2004.

Tableau 2. Délais prévus pour modifier la composition des huiles dans les aliments afin d'en réduire la teneur en gras trans

Utilisation alimentaire	Commentaire	Délai pour le Canada			
		Main-tenant	1 – 3 ans	4 – 8 ans	9 – 15 ans
Huile à salade, huile à friture et sauces pour salade	✚ Huiles et sauces à salade vendues au détail. Produits visibles pour le consommateur. Huiles ne contenant naturellement aucun gras trans.	X			
	✚ Le processus de désodorisation produit de petites quantités de gras trans, mais probablement moins dans l'huile de canola que dans l'huile de soja.	X			
	✚ Utilisation d'huile de canola normale et non d'huile de canola partiellement hydrogénée. L'huile de canola à teneur faible en acide linoléinique ne présente aucun avantage pour ces produits de détail.	X			
	✚ Si l'huile de soja est partiellement hydrogénée, elle contient de petites quantités de gras trans.	X	X		
	✚ L'huile de soja à teneur faible en acide linoléinique élimine la nécessité d'hydrogénation partielle pour augmenter la stabilité de l'huile.				
Margarines et tartinades	✚ Produits de détail nécessitant des quantités variables de matières de base solides, qui ont une teneur élevée en gras trans. Produits visibles pour le consommateur.	X			
	✚ Depuis 20 ans, la margarine Becel, d'Unilever, est commercialisée comme un produit à teneur élevée en gras polyinsaturés. La margarine molle est une formulation à faible teneur en gras trans. ⁶⁸	X			
	✚ Plusieurs margarines molles vendues au détail sont des formulations à base de fractions d'acide palmitique et de stéarine. Améliorations du produit en vue.	X	X		
	✚ Il est possible aujourd'hui de préparer des margarines dures à teneur faible en gras trans si les transformateurs font abstraction de la fonctionnalité et des coûts. Nouveaux produits en vue, mais contenant des fractions d'acide palmitique et de stéarine.			X	
Huile à friture – restauration	✚ Huile à grande friture nécessitant des gras stables. Le gras absorbé dans le produit n'est pas visible pour le consommateur.	X			
	✚ De nouvelles huiles de canola et de tournesol à teneur faible en acide linoléinique et élevée en acide oléique font actuellement l'objet d'une publicité agressive et sont adoptées comme solutions de rechange à faible teneur en gras trans, mais on note une certaine perte sur le plan de la fonctionnalité et des propriétés organoleptiques dans certaines applications.	X			
	✚ Utilisation d'huiles de canola et de soja hydrogénées possédant une grande stabilité, mais aussi des gras trans. Produits à faible teneur en gras trans en vue.		X		
	✚ Huile de soja à faible teneur en acide linoléinique commercialisée aux É.-U.	É.-U. X	É.-U. X	Canada	
	✚ Caractère de la teneur élevée en acide oléique de l'huile de soja (mis au point par Dupont) approuvé au Canada.				
Friture et transformation industrielles des aliments	✚ Des produits de détail comme les croustilles, les chips de maïs, les frites congelées, etc. sont faits avec des huiles à friture partiellement hydrogénées. Le gras n'est pas visible pour le consommateur.	X			
		X	X		

⁶⁸ Unilever. Marchons vers un cœur en santé. http://www.journeeducoeurbecel.ca/index_flash_fr.asp

	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Il reste le défi lié à la mise au point de produits de remplacement à faible teneur en gras trans pour les huiles à friture pour beignes et les huiles à pulvériser. ✚ On utilise actuellement des huiles de canola et de tournesol à teneur faible en acide linoléique et élevée en acide oléique comme solution de rechange à teneur faible en gras trans pour la friture des grignotines; ces huiles possèdent une fonctionnalité et des propriétés organoleptiques acceptables. ✚ Huile de soja à faible teneur en acide linoléique commercialisée aux É.-U. ✚ Caractère de la teneur élevée en acide oléique de l'huile de soja (mis au point par Dupont) approuvé au Canada. 	X			
		É.-U. X	É.-U.	Canada	
Shortenings	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Applications industrielles et produits de détail. Vaste éventail de fonctionnalités spécifiques requis. Utilisation de graisses animales et d'huiles végétales partiellement hydrogénées. Les deux contiennent des gras trans et des acides gras saturés. ✚ Les huiles et graisses fractionnées et interestérifiées à teneur élevée en acide palmitique et en acide stéarique constituent des produits de remplacement possibles pour les gras trans produits par l'hydrogénation. ✚ Défis concernant la formulation de produits de remplacement à faible teneur en gras trans pour les shortenings tout usage, les shortenings émulsifiés et les beurres de tourage, pour lesquels des fonctionnalités spécifiques sont requises. 	X			
		X	X		
		X	X		

Les propriétés de fusion des matières grasses à teneur faible ou nulle en gras trans constituent un défi. L'obtention des caractéristiques de fusion appropriées dans les produits de substitution à teneur faible ou nulle en gras trans pour les huiles végétales partiellement hydrogénées constitue un problème pour certaines applications précises comme les beignes, les croissants, les danoises et d'autres pâtisseries. La qualité de ces produits dépend beaucoup de la fonctionnalité de la matière grasse et plus précisément d'un certain degré de cristallinité. La teneur en gras solide ou l'indice de gras solide (SFI, pour Solid Fat Index) dépend de la gamme de températures de fusion des triacylglycérols présents. Les acides gras insaturés *cis* sont liquides à la température ambiante et ne contribuent pas à la dureté (ils ne contribuent pas de solides). En revanche, les acides gras trans insaturés ont des points de fusion beaucoup plus élevés. Par conséquent, les matières grasses qui contiennent des proportions plus élevées de ces acides gras sont partiellement cristallines à la température ambiante, c'est-à-dire que ce sont des « gras plastiques ».

Pour obtenir des gras plastiques avec la cristallinité voulue, les transformateurs peuvent utiliser une variété ou une combinaison de techniques, c.-à-d. utilisation de matières premières de différentes sources, mélanges, fractionnement, interestérisation et hydrogénation (tableau 3).

Tableau 3. Délais prévus pour la mise en œuvre des changements en matière de transformation

Procédé	Commentaire	Délai pour le Canada			
		Main-tenant	1 – 3 ans	4 – 8 ans	9 – 15 ans
Hydrogénation	Technologie bien maîtrisée. Possibilité de réduction de gras trans d'un ordre de grandeur. Zéro gras trans impossible avec l'hydrogénation partielle.	X			
Mélange	Technologie bien maîtrisée. Repose sur l'utilisation d'huiles et de graisses tropicales importées de même que d'huile de canola hydrogénée / stéarine de soja.	X			
Fractionnement	Technologie bien maîtrisée. Repose sur l'utilisation d'huiles et de graisses tropicales importées de même que d'huile de canola hydrogénée / stéarine de soja.		X	X	
Interestérisation chimique	Technologie bien maîtrisée. Plus utilisée en Europe qu'en Amérique du Nord. Une certaine capacité au Canada.	X	X		
Interestérisation enzymatique	Technologie naissante en Europe et en Amérique du Nord. Réduction importante dans les capitaux et les coûts d'opération au cours des 5 dernières années. Technologie de choix pour réduire, voire éliminer les gras trans. De nombreuses possibilités au-delà de la réduction des gras trans.		X	X	X

L'interestérisation enzymatique semble être le procédé le plus polyvalent et le moins coûteux disponible aux raffineurs pour réduire ou éliminer les gras trans dans les aliments. Ce procédé peut aussi être utilisé pour :

- ✚ Remplacer les gras hydrogénés par des variantes ne contenant aucun gras trans.
- ✚ Améliorer la tartinabilité et les propriétés de cuisson du saindoux.

- ✚ Fabriquer des gras de confiserie à bon marché.
- ✚ Produire des lipides structurés apportant des bienfaits précis pour la santé.

4.6 Génétique des nouveaux oléagineux

Les défis que doivent relever les sélectionneurs, les inventeurs de productions végétales et les raffineurs d'huile canadiens sont les suivants :

- ✚ Déterminer les profils d'acides gras les plus souhaitables pour la grande gamme d'applications en matière de produits alimentaires et industriels.
- ✚ Évaluer l'importance des débouchés et le potentiel de rentabilité des différents profils d'huile.
- ✚ Choisir les types de cultures les mieux appropriées aux profils d'huiles voulus.
- ✚ Avoir la liberté d'opération voulue en ce qui a trait aux variétés et aux technologies brevetées.
- ✚ Mettre au point des variétés spécialisées dont les rendements et autres caractéristiques agronomiques sont en tous points concurrentiels par rapport aux variétés ayant des profils d'acides gras normaux.

4.6.1 Génotypes normaux

Le Canada produit d'importantes quantités de canola dans l'Ouest et en Ontario, et l'Ontario produit également beaucoup de soja. Depuis la mise au point du canola, sa production n'a cessé de croître; cette plante est maintenant la principale source d'huile et de gras au Canada. Étant donné que son prix est compétitif et qu'il s'agit d'une culture produite au pays, l'industrie lui a accordé sa préférence dans les années 1970 comme source d'huile pour les huiles à salade, les margarines et les shortenings. On a néanmoins continué d'utiliser de l'huile de soja pour bon nombre de ces produits. À noter que l'hydrogénation génère des gras trans tant dans l'huile de canola que dans l'huile de soja.

La prise de conscience du public à l'égard du cholestérol et des gras saturés dans les années 1980 a fourni l'occasion à l'industrie du canola de commercialiser l'huile de canola comme une huile à salade et à friture à teneur faible en gras saturés. Les exigences du Département américain de l'Agriculture (USDA) en matière d'étiquetage relativement aux gras saturés pour les produits de détail comme les huiles ou les sauces à salade ont permis à l'huile de canola de se vendre plus chère que l'huile de soja dans les marchés américains des huiles à salade et à friture. Les États-Unis sont devenus des clients très importants du marché canadien de l'exportation en raison de la faible teneur en gras saturés de l'huile de canola (<7 %).

Étant donné que l'huile de soja produite aux États-Unis est moins chère que l'huile de canola à faible teneur en gras saturés importée du Canada, l'industrie américaine n'est pas tentée d'utiliser cette dernière comme matière première d'hydrogénation pour la margarine et le shortening.

4.6.2 Génotypes de canola à faible teneur en acide linoléique

Voilà 15 ans que l'industrie canadienne de la biotechnologie végétale investit dans la mise au point d'huiles de canola à faible teneur en acide linoléique. La mise au point de génotypes à faible teneur en acide linoléique ne représente toutefois qu'une petite partie des investissements consentis par l'industrie dans l'amélioration du canola, puisque les priorités de la recherche dans ce domaine ont plutôt porté sur le rendement et la performance au champ des variétés de canola possédant une composition normale en acides gras.

L'amélioration de la stabilité à l'oxydation, la réduction des exigences concernant l'hydrogénation des huiles utilisées pour des applications alimentaires particulières et la réduction consécutive de la teneur en acides gras trans ont été reconnues comme des avantages du canola à faible teneur en acide linoléique. Ce n'est que depuis les 5 dernières années que :

- ✚ L'on cherche à dégager un consensus sur les teneurs optimales en acides gras des génotypes de canola à faible teneur en acide linoléique, notamment en ce qui a trait aux quantités relatives d'acide oléique et d'acide linoléique.
- ✚ Le rendement et la performance au champ des meilleures variétés de canola à faible teneur en acide linoléique sont devenus relativement concurrentiels par rapport à ceux des variétés normales de canola.
- ✚ La demande d'huile de canola à faible teneur en acide linoléique a permis d'atteindre les prix nécessaires pour que les fournisseurs et les transformateurs puissent augmenter la production agricole et l'approvisionnement en huile.
- ✚ Les chaînes de valeur liant les producteurs, les sélectionneurs, les fournisseurs et les transformateurs permettent maintenant de développer le créneau commercial du canola spécialisé à faible teneur en acide linoléique.
- ✚ Les intervenants, tant nouveaux qu'anciens, augmentent leurs investissements dans le domaine de l'amélioration génétique. En février 2005, l'entreprise Bayer CropScience a annoncé une alliance avec Cargill pour combiner sa technologie hybride InVigor avec la plateforme à teneur élevée en acide oléique de Cargill. Les deux entreprises prévoient introduire sur le marché un nouvel oléagineux spécial avant la fin de 2007.⁶⁹

4.6.3 Génotypes d'oléagineux à teneur élevée en acide stéarique

On a mis au point, chez plusieurs espèces d'oléagineux, des matériels génétiques à teneur élevée en acide palmitique (C16:0) et en acide stéarique (C18:0) au moyen des technologies de mutation et de transgénétique.^{70,71,72,73} Chez le soja, on a associé la teneur élevée en acide

⁶⁹ Cargill and Bayer bring trans fats alternative oil to market. <http://www.foodnavigator.com/news/news-ng.asp?id=57746-cargill-and-bayer>

⁷⁰ Qing Liu, Surinder Singh, and Allan Green. "High-Oleic and High-Stearic Cottonseed Oils: Nutritionally Improved Cooking Oils Developed Using Gene Silencing." *Journal of the American College of Nutrition*, Vol. 21, No. 90003, 205S-211S, 2002. http://www.jacn.org/cgi/content/full/21/suppl_3/205S

⁷¹ Martínez Force, Enrique; Muñoz-Ruz; Juan; Fernández Martínez; José M.; Garcés; Rafael. "High oleic/high stearic sunflower oils." US Patent 6,770,803, 2001.

⁷² Knutzon, D.S., G.A. Thompson, S.E. Radke, W.B. Johnson, V.C. Knauf, and J.C. Kridl. Modification of *Brassica* seed oil by antisense expression of a stearyl-acyl carrier protein desaturase gene. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 89:2624-2628, 1992.

⁷³ Dharma Kodali. Vegetable Oil Having Elevated Stearic Acid Content. Demande de brevet américain 2004/0166225 A1, 2004.

stéarique à des teneurs élevées ou faibles en acide oléique (C18:1) (figure 2).

À l'état naturel, les huiles de soja à teneur élevée en acide stéarique ne conviennent pas à la préparation de tartinades, parce que les triglycérides qu'elles contiennent sont symétriques et qu'ils fondent brusquement à des températures relativement basses. Cependant, on a réussi à préparer des huiles pouvant servir à la fabrication de margarine en mélangeant l'huile à teneur élevée en acide stéarique avec des composantes plus dures comme des graisses tropicales, des matières de base interestérifiées ou des stéarines de soja/graines de coton. L'interestérisation de la structure triglycéride augmente le point de fusion et modifie la teneur en gras solide à un point tel que l'on peut incorporer des huiles à teneur élevée en acide stéarique aux margarines ayant une tartinabilité acceptable, une résistance appropriée à l'exsudation de matière grasse et des propriétés organoleptiques convenables, c.-à-d. tenue en bouche.⁷⁴

Dupont a breveté un procédé de fractionnement de l'huile de soja à teneur élevée en acide stéarique. La fraction solide obtenue à l'aide de ce procédé contient ~40 % d'acide stéarique et semble très bien convenir aux produits de confiserie à base de gras.⁷⁵

***Remarque :** Les profils à teneur élevée en acide stéarique des huiles de canola, de tournesol ou de soja pourraient permettre au Canada de disposer d'un approvisionnement économique de graisses végétales à teneur élevée en acide stéarique. Il est loin d'être clair s'il faut poursuivre, pour chacune de ces cultures, dans la voie du profil « optimal » d'acides gras saturés (quel que soit ce profil optimal), et ce, tant en ce qui a trait à la production canadienne qu'étrangère.*

Pour que l'industrie privée investisse dans la mise au point d'un profil à teneur élevée en acide stéarique ne serait-ce que chez une seule espèce d'oléagineux, il faudrait que les débouchés et le potentiel de rentabilité soient plus importants que ceux offerts par le seul marché canadien pour que le rendement des investissements soit satisfaisant.

4.6.4 Délai prévu pour de nouveaux génotypes et l'amélioration du rendement

Le processus comprenant la mise au point de nouveaux génotypes et de nouvelles variétés jusqu'à leur commercialisation est long et coûteux. Les différentes étapes menant à la mise en marché d'une nouvelle variété comportent de nombreux risques, notamment lorsqu'il s'agit d'un nouveau génotype, dont des risques liés à la science, aux conditions climatiques, à la réglementation et à la commercialisation. Tous ces risques comportent des coûts et doivent être gérés. Ceux qui mettent au point des cultures doivent évaluer ces risques et les coûts qui leur sont associés, disposer des compétences requises pour les gérer et de la capacité financière nécessaire pour les assumer.

⁷⁴ List, G.; Ortheofer, F; and T. Pelloso. "High Stearic acid Soybean Oils and Applications in Food Oil Products". Compte rendu de la reunion de 2002 de l'Annual Meeting of the American Oil Chemists Society, 2002.

⁷⁵ Knowlton, Susan. "Fat Products from High Stearic Soybean Oil and a Method for the Production Thereof". Brevet américain 6,229,033 B1, 2001.

Comme dans le cas du canola à teneur faible en acide linoléinique, une fois les fondements scientifiques établis (c'est-à-dire le matériel génétique déterminé) et que l'industrie privée s'engage à la commercialisation, les entreprises peuvent mettre jusqu'à 10 ans, voire plus, pour développer le nouveau génotype de manière à ce les variétés et les hybrides offerts aux producteurs soient compétitifs sur le plan de la distribution et de la transformation. Une période additionnelle de 5 ans peut être nécessaire avant que la vente de semences certifiées ne devienne rentable.

Le tableau 4 présente les délais prévus pour l'amélioration génétique des cultures d'oléagineux au Canada, qui pourrait contribuer à réduire la quantité de gras trans dans les aliments au Canada.

Tableau 4. Délais prévus pour des améliorations génétiques visant à réduire les gras trans

Culture et caractère	Commentaire	Délai pour le Canada			
		Main-tenant	1 – 3 ans	4 – 8 ans	9 – 15 ans
Canola					
normal	■ Pas besoin d'hydrogénation pour l'huile à salade et à friture.	X			
à faible teneur en acide linoléique	■ Pas besoin d'hydrogénation pour l'huile à salade et à friture, l'huile à pulvériser (certaines applications) ni pour l'huile à friture industrielle (certaines applications). ■ Il faut éliminer le désavantage sur le plan du rendement par rapport au canola normal pour augmenter la production et l'utilisation. Lorsque le rendement aura dépassé celui du canola normal, le canola à faible teneur en acide linoléique dominera la production et accaparera des marchés aux É.-U.	X	X	X	
à teneur élevée en acide stéarique	■ Matériel génétique connu. Pas d'amélioration à l'heure actuelle. Les premières variétés ne pourront pas être introduites avant au moins 5 ans, même avec des investissements accélérés.			X	X
à teneur élevée en acide érucique	■ Un génotype existant actuellement cultivé, transformé et distribué dans le cadre de la préservation ou du confinement de l'identité.	X			
nouveau canola industriel	■ Nouveau profil d'acides gras pour une utilisation industrielle.				X
Soja					
normal	■ Actuellement, l'huile est hydrogénée pour la majorité des utilisations.	X			
à faible teneur en acide linoléique	■ Matériel génétique américain devant être adapté pour l'Ontario.		X	X	
Tournesol					
normal	■ Intérêt en baisse pour ce profil classique.	X			
à teneur moyenne en acide oléique	■ Profil suscitant un intérêt croissant pour la friture légère. Matériel génétique devant être adapté pour les Prairies.		X		
à teneur élevée en acide oléique	■ Créneaux de production aux É.-U., en Europe et en Amérique du Sud. Matériel génétique devant être adapté pour les Prairies.		X		
Spécialisée					
bourrache	■ Non hydrogénée et sans gras trans.	X			
chanvre	■ Non hydrogénée et sans gras trans.	X			

4.7 Production et préservation de l'identité nouvelle

Au Canada, on ne connaît pas la faisabilité sur le plan technique ou économique associée à la production, la manutention et la transformation de 6 – 8 types de profils d'acides gras chez le canola, le soja et le tournesol.

Des génotypes de canola, de soja et de tournesol à teneur élevée en acide oléique et à teneur faible en acide linoléique sont cultivés sous contrat par des producteurs canadiens et américains et s'accaparent une partie du marché jusqu'ici détenue par les génotypes normaux. En raison d'un rendement de ~15 à 20 % inférieur à celui du génotype normal, les

entreprises canadiennes voulant faire cultiver sous contrat leur canola à teneur élevée en acide oléique et à teneur faible en acide linoléique doivent payer une prime de ~45 \$/tonne. Sur une base d'huile brute, cette prime équivaut à ~5 cents/livre par rapport au prix de l'huile de canola brute qui est d'environ 30 cents/livre.

Outre la prime payée aux producteurs, il faut tenir compte des coûts liés à : 1) la séparation du grain de canola spécial dans les silos et les usines de trituration; 2) la séparation de l'huile de canola spécial dans les terminaux d'huile en vrac et les raffineries; 3) l'entreposage et 4) l'expédition de petits lots de graines et d'huile. Toutes les dépenses engagées dans les premiers stades de la chaîne de valeur s'ajoutent et sont multipliées avec chaque phase subséquente du processus. L'huile raffinée résultant d'un tel processus peut donc s'avérer très chère et ses débouchés en matière de formulations alimentaires peuvent être considérablement réduits. L'élimination du désavantage sur le plan du rendement des génotypes spéciaux est donc un facteur déterminant pour l'accroissement de l'approvisionnement et des utilisations commerciales.

Ce scénario des coûts est identique pour le canola à teneur élevée en acide érucique qui est cultivé aux fins d'utilisation industrielle, ainsi que pour le tournesol et le soja à teneur élevée en acide oléique qui sont cultivés principalement à des fins d'utilisation alimentaire. Les génotypes de soja, de tournesol et de canola à teneur élevée en acide stéarique peuvent jouer un rôle dans la solution au problème des gras trans. Si l'on s'entend sur la proportion « optimale » d'acides gras saturés combinée avec des acides gras insaturés, l'industrie des oléagineux pourrait devoir s'occuper d'une à trois nouvelles chaînes de valeur liées à des huiles spéciales faites à partir de différentes espèces d'oléagineux à teneur élevée en acide stéarique.

***Remarque :** Le nombre de combinaisons de profils d'acides gras souhaitables, de types de cultures et d'utilisations finales est probablement beaucoup plus élevé que ce que le système alimentaire canadien ne peut supporter. Il faudra une certaine spécialisation de la production des oléagineux et celle-ci se réalisera, particulièrement si les marchés d'exportation d'huiles ou d'oléagineux spéciaux sont développés.*

4.8 Réglementation

Dans sa mise au point de solutions de rechange aux gras trans, l'industrie alimentaire doit bien connaître la réglementation canadienne en ce qui a trait aux aliments nouveaux et aux nouvelles variétés de culture. Les nouveaux génotypes, les nouvelles variétés dotées de caractères nouveaux, les nouveaux ingrédients possédant des caractères nouveaux et les nouveaux procédés qui modifient la composition des aliments seront tous sujets à un examen réglementaire plus ou moins approfondi.

Les principaux domaines de réglementation auxquels l'industrie doit porter une attention particulière pour introduire de nouveaux aliments à teneur nulle ou faible en gras trans sont les suivants :

- ✚ Aliments nouveaux – administré par Santé Canada.⁷⁶
- ✚ Dissémination dans l'environnement de végétaux à caractères nouveaux – administré par le Bureau de la biosécurité végétale de l'ACIA.⁷⁷
- ✚ Enregistrement de nouvelles variétés et d'hybrides d'oléagineux – administré par la Section des semences, Division de la production des végétaux de l'ACIA.⁷⁸

Le système de réglementation jouit d'un appui solide de la part des consommateurs et de l'industrie. Cependant, la réglementation impose des coûts qui influent directement sur la rentabilité et la compétitivité à l'échelle internationale. Ainsi, bien qu'elle appuie le concept de la réglementation, on s'attendrait à ce que l'industrie s'objecte à toute réglementation inutile.

La réglementation peut aussi accroître les obstacles à l'entrée de nouvelles entreprises, freiner l'innovation en matière de produits et ralentir la commercialisation de nouvelles technologies. Les sélectionneurs canadiens savent, par exemple, qu'il est plus difficile d'enregistrer une variété au Canada qu'aux États-Unis. Par conséquent, la mise en marché d'une nouvelle variété peut nécessiter plus de temps et davantage d'investissements au Canada qu'aux États-Unis.

Les résultats des consultations multilatérales concernant l'enregistrement des variétés⁷⁹, les droits des sélectionneurs⁸⁰ et la moléculture⁸¹ sont publiés sur le site Web de l'ACIA. Ceux-ci devraient être considérés comme pertinents dans la recherche de solutions pour régler le problème des gras trans.

5. Innovations

5.1 Substituts de gras dans les aliments

Il existe de multiples possibilités pour mettre au point des substituts de gras ayant des fonctionnalités spécifiques. Plusieurs approches permettent d'imiter les gras et d'obtenir le pouvoir lubrifiant, la texture lisse et les sensations en bouche caractéristiques des produits classiques à teneur élevée en gras. Comme les acides gras trans sont souvent nécessaires pour obtenir la fonctionnalité voulue dans les produits de boulangerie, l'utilisation d'émulsifiants pour réduire, voire éliminer les gras dans la formulation résultera en une réduction de la

⁷⁶ Santé Canada. Aliments nouveaux et ingrédients. http://www.hc-sc.gc.ca/food-aliment/mh-dm/ofb-bba/nfi-ani/f_aliment_nouveau.html

⁷⁷ Agence canadienne d'inspection des aliments. Réglementation des végétaux à caractères nouveaux au Canada. <http://www.inspection.gc.ca/francais/plaveg/bio/pntchaf.shtml>

⁷⁸ Agence canadienne d'inspection des aliments. Enregistrement des variétés. <http://www.inspection.gc.ca/francais/plaveg/variet/vartocf.shtml>

⁷⁹ Agence canadienne d'inspection des aliments, Direction des produits végétaux, Division de la protection des végétaux. Enregistrement des variétés. <http://www.inspection.gc.ca/francais/plaveg/variet/vartocf.shtml>

⁸⁰ Agence canadienne d'inspection des aliments, Direction des produits végétaux, Division de la protection des végétaux. Bureau de la protection des obtentions végétales. <http://www.inspection.gc.ca/francais/plaveg/pbrpov/pbrpovf.shtml>

⁸¹ Agence canadienne d'inspection des aliments, Direction des produits végétaux, Bureau de la biosécurité végétale. Consultation sur l'agriculture moléculaire végétale. http://www.inspection.gc.ca/francais/plaveg/bio/mf/mf_cnslf.shtml

teneur en gras trans.⁸² Chez Danisco, l'utilisation d'émulsifiants fait partie d'une stratégie majeure pour réduire la quantité d'acides gras trans dans ses produits.

D'autres entreprises étudient actuellement la possibilité d'utiliser des émulsifiants comme agents structurants pour éliminer la nécessité d'acides gras saturés et d'acides gras trans dans les corps gras solides ou les tartinades comestibles. Essentiellement, ces émulsifiants sont des gels qui imitent la texture conférée par les graisses, et ils peuvent par conséquent être utilisés dans la fabrication de tartinades comestibles à faible teneur en gras ou à faible teneur en gras trans ou à faible teneur en gras saturés.

Les techniques de transport des arômes, comme la microencapsulation, peuvent aussi être utilisées pour remplacer les gras qui servent à cette fin.

5.2 Lipides nutraceutiques

Des lipides structurés produits par interestérisation sont utilisés dans des émulsions de gras pour la nutrition parentérale totale et l'administration entérale. On peut concevoir ces lipides de manière à ce qu'ils contiennent les proportions d'acides gras à chaîne courte, moyenne et longue répondant à certaines exigences nutritionnelles.⁸³ On peut également produire des gras plus pauvres en calories grâce aux différences dans l'absorption et la réponse physiologique des TAG à courte, moyenne et longue chaîne.

L'interestérisation de mélanges de matières grasses du lait et d'huile de maïs a permis de produire une graisse alimentaire tartinable ayant une teneur plus élevée en acides gras ω -6, similaire à celle du beurre.

Remarque : Ces éléments illustrent bien comment l'interestérisation peut modifier la valeur nutritive et la fonctionnalité des huiles et des graisses, et permettre de produire de nouveaux types d'huiles et de graisses allant au-delà des substituts nécessaires pour régler le problème des gras trans.

5.3 Technologies des membranes

Les récents progrès accomplis dans le domaine de la technologie des membranes pourraient permettre d'utiliser des réacteurs à membrane pour immobiliser des catalyseurs hautement spécifiques, homogènes et rapides. Ceci permettrait de résoudre le problème lié à la séparation et à la récupération des catalyseurs liposolubles des mélanges réactionnels. Les transformateurs d'huiles comestibles n'ont pas encore exploré l'aspect commercial des processus membranaires, principalement parce que pour beaucoup de ces processus, l'huile doit être présente en tant que solution dans un solvant (l'hexane, par exemple), et que les premières membranes n'étaient pas résistantes à l'hexane. (L'huile est extraite des graines sous forme de solution d'hexane, appelée miscella).

Remarque : Comme les résultats des études indiquent qu'il est possible de procéder à la déémulsion et au raffinage lorsque l'huile est sous forme miscella, on peut

⁸² Jay Sjerven . Targeting Trans Fats. Baking & Snack, 1^{er} août 2003. <http://www.bakemark.com/TargetingTransFats.htm>

⁸³ Osborn, H. T. and C. C. Akoh. "Structured lipids: Novel fats with medical, nutraceutical, and food applications." Crit. Rev. Food Sci. Food Safety 1: 93, 2002.

entrevoir la faisabilité d'un procédé entièrement membranaire réalisé en solution, et comprenant l'extraction de l'huile, la purification, l'interestérification et l'hydrogénation. Un tel procédé révolutionnerait complètement le secteur traditionnel de la transformation des huiles comestibles.

5.4 Nouveaux procédés d'hydrogénation

Des approches électrochimiques ont été proposées pour l'hydrogénation. Une méthode fait appel à un réacteur constitué d'un électrolyte à polymère solide (SPE, pour Solid Polymer Electrolyte), semblable à celui utilisé dans les piles à combustible H₂/O₂.⁸⁴ Les produits constitués d'huile de soja hydrogénée contenaient un faible pourcentage d'isomères trans (4 - 10 %). Selon une analyse économique préliminaire du réacteur SPE, la méthode pourrait être concurrentielle sur le plan du prix par rapport aux approches classiques d'hydrogénation de l'huile, et elle pourrait permettre de préparer des produits de qualité commerciale à partir de mélanges d'huile à teneur faible en gras trans, hydrogénées électrochimiquement.

L'hydrogénation enzymatique pourrait également se faire au moyen d'enzymes et de voies métaboliques comme celles utilisées par les microorganismes du rumen pour produire des huiles possédant différents degrés d'insaturation.⁸⁵

5.5 Nouveaux types de produits alimentaires

Il existe de nombreuses solutions de rechange au traitement thermique des produits alimentaires, dont l'extrusion. Ces autres procédés sont fondamentalement différents des méthodes classiques de cuisson, de friture et de boulangerie, et ils donnent lieu à des produits complètement différents des produits alimentaires classiques. En combinant différentes unités d'opération, on pourrait mettre au point des produits nouveaux imitant toutes les fonctions des produits classiques, ou du moins une partie de ces fonctions, et obtenir de nouveaux produits alimentaires uniques. Le développement rapide de ces technologies nécessite toutefois une meilleure compréhension de base de la cinétique des processus sous-jacents.

6. Mot de la fin

La réduction ou l'élimination des gras trans dans le régime alimentaire des Canadiens transformera l'industrie alimentaire tant canadienne que mondiale. Il n'existe pas de solution instantanée pouvant facilement s'appliquer à un seul niveau de l'industrie pour réaliser un changement total. Les changements transformationnels requis sont plutôt de nature systémique et ils impliquent une multitude de solutions techniques ainsi que de nombreux intervenants, et nécessitent l'appui des consommateurs.

⁸⁴ Hengbin Zhang, Maria Gil, Peter N. Pintauro, Kathleen Warner, William Neff, and Gary List. The Electrochemical Hydrogenation of Soybean Oil with H₂ Gas. <http://www.aocs.org/archives/am2000/am2000tp.asp>

⁸⁵ Loor, J. J., A. B. P. A. Bandara, and J. H. Herbein. 2002a. Characterization of 18:1 and 18:2 isomers produced during microbial biohydrogenation of unsaturated fatty acids from canola or soybean oil in the rumen of lactating cows. *J. Anim. Phys. Anim. Nutr.* 86:422–432.

L'industrie a fait des progrès considérables et a réduit les gras trans dans de nombreux produits. Elle s'efforce maintenant de trouver des solutions pour éliminer ou du moins réduire les gras trans dans tous les aliments. Il reste encore certains défis à relever, mais ceux-ci ne sont pas insurmontables si nous investissons le temps et l'argent nécessaires et que nous approfondissons nos connaissances sur le sujet.

Il est révélateur que les technologies de pointe résultent de la convergence des techniques de mutation et d'amélioration des plantes transgéniques, du génie des procédés novateurs et des plus récents progrès en sciences alimentaires et en formulation de produits.

Certaines des études sur l'apport nutritif de base et l'amélioration des végétaux qui viennent étayer les solutions proposées ont été entreprises il y a 30 ans. Les investissements réalisés dans le domaine de l'amélioration des végétaux ont été considérables, d'abord ceux consentis par le secteur public, puis, il y a une quinzaine d'années, ceux faits par le secteur industriel au Canada et ailleurs dans le monde.

Également, un bon nombre des technologies de base qui sont proposées semblent avoir un potentiel commercial pour de nouveaux produits et de nouveaux aliments qui pourrait permettre de trouver des solutions allant bien au-delà du problème des gras trans. Les avantages à long terme de ces innovations pourraient s'avérer plus importants que ceux que l'on voit actuellement et qui sont associés à la réduction des gras trans.