

Chapitre 3 : Toxicité chimique des éléments apportés par les aliments ou néoformés

I. Acides gras *trans*

I.1 Introduction

Les acides gras font partie de la famille des lipides, molécules organiques insolubles dans l'eau. Ils diffèrent entre eux non seulement par la longueur de la chaîne carbonée, mais aussi par le nombre, la position et la structure spatiale (*cis*, *trans*) des doubles liaisons. La longueur de la chaîne carbonée permet une classification des acides gras en 4 catégories : les acides gras volatils, avec 2, 3 ou 4 atomes de carbone, les acides gras à chaîne courte qui possèdent entre 6 et 10 atomes de carbone, les acides gras à chaîne moyenne, avec 12 à 14 atomes de carbone et les acides gras à chaîne longue, avec 16 ou plus de 16 atomes de carbone. Le point de fusion des acides gras augmente avec la longueur de la chaîne carbonée ; ainsi, les acides gras à courte chaîne sont liquides à température ambiante, alors que les acides gras pourvus de 10 atomes de carbone ou plus sont solides.

Une attention croissante est en effet portée aux « bonnes » et aux « mauvaises » sources d'acides gras pour l'homme. Les produits d'origine animale et plus particulièrement le lait et la viande bovine, en font partie. Il est donc important de pouvoir qualifier et quantifier les acides gras présents dans ces produits.

Tableau 01 : Principaux acides gras alimentaires.

Nomenclature Normalisée (acide...)	Nomenclature Triviale	Nomenclature abrégée	
		Chimie	Physiologie
SATURÉS			
butanoïque	butyrique	4:0	
hexanoïque	caproïque	6:0	
octanoïque	caprylique	8:0	
décanoïque	caprique	10:0	
dodécanoïque	laurique	12:0	
tétradécanoïque	myristique	14:0	
pentadécanoïque	pentadécylique	15:0	
hexadécanoïque	palmitique	16:0	
heptadécanoïque	margarique	17:0	
octadécanoïque	stéarique	18:0	
eïcosanoïque	arachidique	20:0	
docosanoïque	béhénique	22:0	
tétracosanoïque	lignocérique	24:0	
hexacosanoïque	cérotique	26:0	

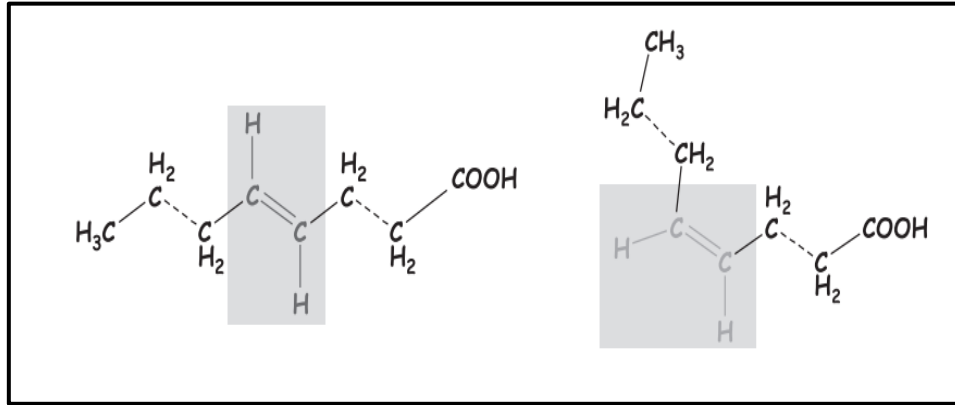
MONO-INSATURÉS			
dodécèn 9c oïque	laurooléique	12:1 Δ9c	n-3 (ω3)
tétradécèn 9c oïque	myristoléique	14:1 Δ9c	
hexadécèn 9c oïque	palmitoléique	16:1 Δ9c	
octadécèn 9c oïque	oléique	18:1 Δ9c	n-9 (ω9)
octadécèn 9t oïque	élaïdique	18:1 Δ9t	
octadécèn 11t oïque	vaccénique	18:1 Δ11t	
eïcosén 9c oïque	gadoléique	20:1 Δ9c	
docosén 9c oïque	cétoléique	22:1 Δ9c	
docosén 13c oïque	érucique	22:1 Δ13c	n-9 (ω9)
POLY-INSATURÉS			
octadécadièn 9c, 12c oïque	linoléique	18:2 Δ9c, 12c	n-6 (ω6)
octadécadièn 9c, 11t oïque	ruménique	18:2 Δ9c, 11t	
octadécatrièn 9c, 12c, 15c oïque	α-linolénique	18:3 Δ9c, 12c, 15c	n-3 (ω3)
octadécatrièn 6c, 9c, 12c oïque	γ-linolénique	18:3 Δ6c, 9c, 12c	n-6 (ω6)
eïcosatétraèn 5c, 8c, 11c, 14c oïque	arachidonique	20:4 Δ5c, 8c, 11c, 14c	n-6 (ω6)
eïcosapentaèn 5c, 8c, 11c, 14c, 17c oïque	EPA	20:5 Δ5c, 8c, 11c, 14c, 17c	n-3 (ω3)
docosahexaèn 4c, 7c, 10c, 13c, 16c, 19c oïque	DHA	22:6 Δ4c, 7c, 10c, 13c, 16c, 19c	n-3 (ω3)

I.2 Définition

Un acide gras *trans* (AG *trans*) est un acide gras insaturé possédant une ou plusieurs doubles liaisons de configuration géométrique *trans*, c'est-à-dire dont les substituants (ou les atomes d'hydrogène) se situent de part et d'autre du plan de la liaison. Cette définition est purement « chimiste » et très générale, mais rigoureuse. Elle englobe tous les types d'isomères dont l'une des doubles liaisons au moins est de configuration *trans*.

I.3 Isomérisation des acides gras

Comme pour toute chaîne carbonée, une double liaison sur un acide gras peut s'arranger selon deux géométries possibles : soit de configuration *cis* : les deux atomes d'hydrogène du même côté du plan de la liaison, cas le plus fréquent dans la nature, notamment pour les AG alimentaires, soit de configuration *trans* : les deux atomes d'hydrogène sont de part et d'autre du plan de la liaison, cas moins fréquent.

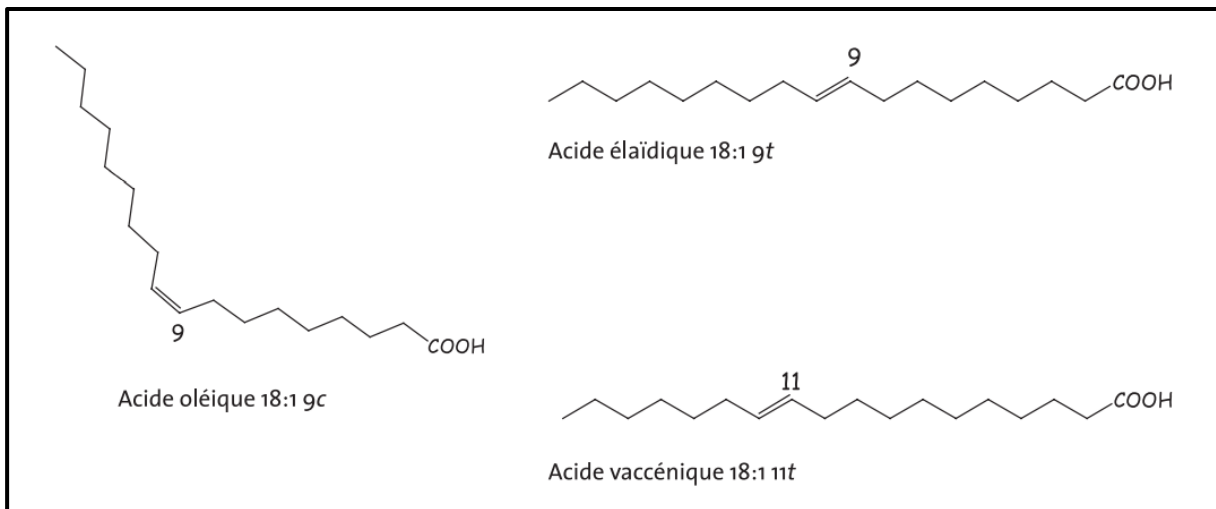


Isomérisme géométrique *Trans*

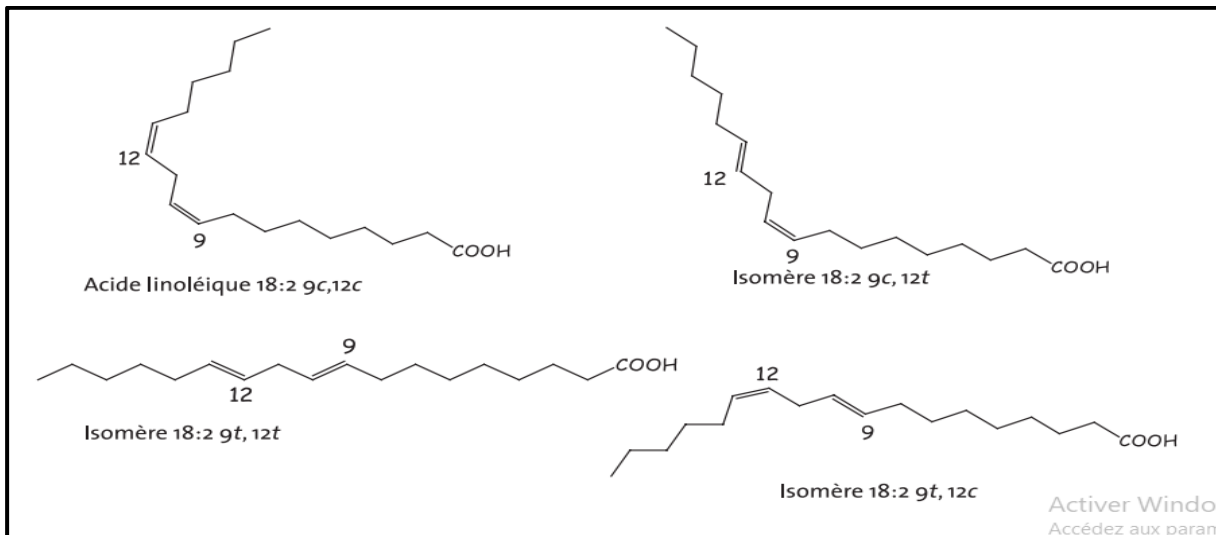
Isomérisme géométrique *Cis*

L'isomérisme positionnelle est fonction de la position de la double liaison sur la chaîne carbonée. S'il apparaît en fait que certaines positions sont privilégiées dans la nature, une double liaison peut se situer en théorie à n'importe quel niveau de la chaîne carbonée d'un acide gras.

Exemple 1 : Isomères géométriques et positionnels de l'acide oléique.



Exemple 2 : Isomères géométriques de l'acide linoléique 18:2 9c, 12c.



I.4 Origine des AG *trans*

Selon la littérature, les AG *trans* présents dans les aliments proviennent de trois origines principales :

- **Biohydrogénation ruminale** et différentes réactions enzymatiques annexes, responsables de la présence d'AG *trans* dans le lait et les denrées alimentaires issues des ruminants (viande, produits d'origine laitière) ;
- **Hydrogénation catalytique partielle** d'huiles ou de graisses, responsable de la présence d'AG *trans* dans les huiles partiellement hydrogénées et les « shortenings » (margarines et mélanges de matières grasses anhydres destinés principalement à l'industrie) ;
- **Traitements thermiques**, sont responsables de la formation d'AG *trans* dans les huiles, les graisses, et tout aliment contenant des corps gras. Ils peuvent être d'origine technologique ou domestique.

I.4.1 Biohydrogénation ruminale

La biohydrogénation ruminale, résultant de l'action d'enzymes de la flore ruminale sur les AG de la ration des ruminants, conduit à la transformation des AG insaturés en AG saturés.

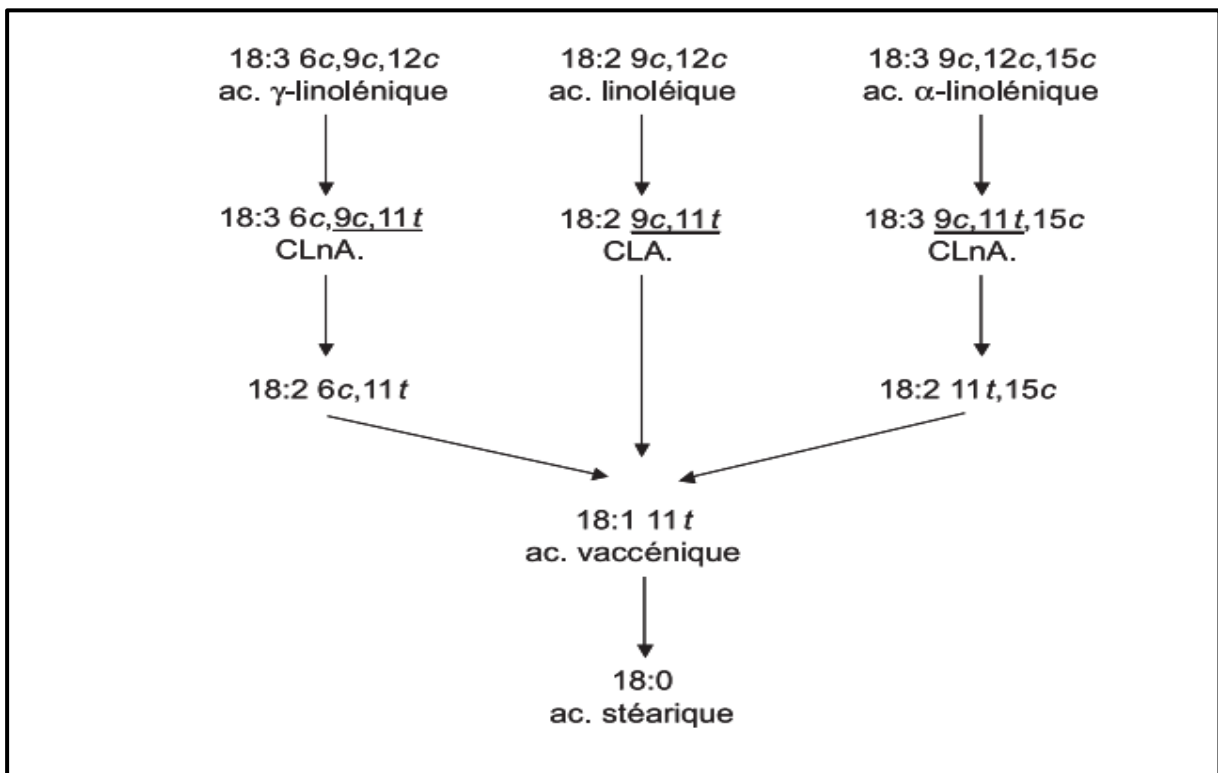


Figure 01 : Voies principales de la biohydrogénation ruminale des acides octadécénoïques.

Les AG *trans* formés au cours du métabolisme ruminal sont absorbés à toutes les étapes de chacune des voies, passent dans le sang, puis dans les tissus, notamment dans les tissus mammaires. Tous ces AG seront excrétés et retrouvés dans le lait.

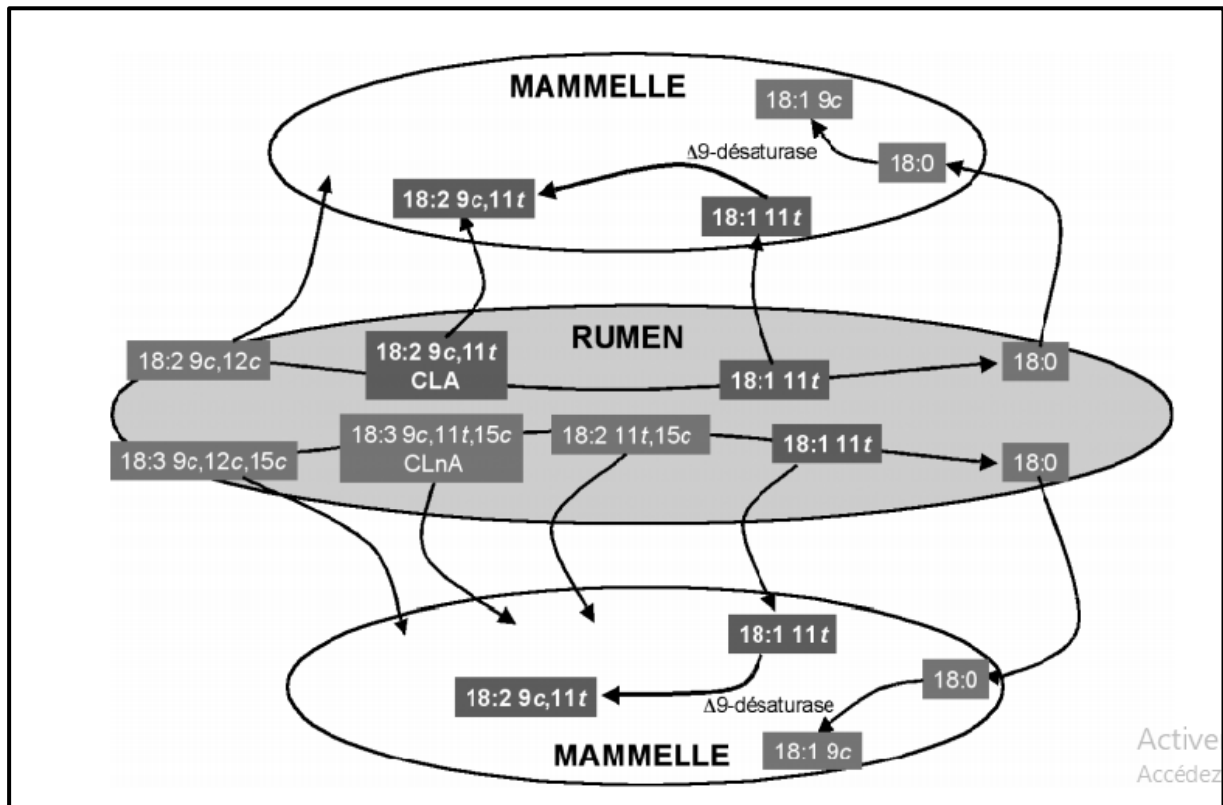


Figure 02 : Biohydrogénation ruménique, absorption et transformation tissulaire des acides linoléique et linoléénique, et de leurs dérivés.

Au niveau mammaire, d'autres réactions enzymatiques produisent de nouveaux AG *trans* ou modifient ceux précédemment formés dans le rumen, notamment sous l'action de la $\Delta 9$ -désaturase.

I.4.2 Hydrogénation catalytique partielle

Ce procédé industriel permet de réduire l'insaturation des acides gras pour rendre les huiles plus concrètes et moins sensibles à l'oxydation. Les taux d'AG *trans* rapportés dans la littérature s'étalent de 1 à 2 % pour les margarines ménagères de formulation récente, de 15 à 18 % pour des margarines de basses qualités, et jusqu'à 40 à 60 % pour certaines margarines destinées aux industries alimentaires. Les taux d'AG *trans* et la distribution des différents isomères dépendent de plusieurs paramètres tels que :

- La nature et la composition des AG insaturés des huiles ;
- La nature du catalyseur ;
- Les conditions d'hydrogénation (température, pression, agitation) ;

-Le degré de dureté atteint.

Lors de l'hydrogénation catalytique partielle des huiles végétales, les isomères transformés sont principalement des isomères géométriques et positionnels de l'acide oléique 18:1 9c.

Tableau 02 : Répartition des AG *trans* dans une huile végétale partiellement hydrogénée.

AG <i>trans</i>	Taux (en % AG <i>trans</i> totaux)
18:1- <i>trans</i>	85 – 95 %
18:2- <i>trans</i>	5 – 15%
18:2- <i>trans</i>	< 1%
16:1- <i>trans</i>	≈ 0.04%

L'utilisation de procédés industriels « modérés » telle la transestérification pour la fabrication des margarines ménagères a largement contribué à abaisser les taux d'AG *trans* dans ces produits. Cependant, les produits alimentaires industriels contenant des huiles végétales partiellement hydrogénées présentent encore des taux d'AG *trans* relativement élevés.

I.4.3 Traitements thermiques

Les traitements thermiques des huiles et graisses (désodorisation lors du raffinage, cuisson, fritures, grillades, etc.) génèrent des AG *trans*. Les isomères formés et les taux d'AG *trans* produits dépendent surtout de la température atteinte, mais également du temps d'application du traitement.

L'acide α -linoléique est plus sensible à l'isomérisation que l'acide linoléique et la probabilité de formation des isomères géométriques 18:3-*trans* est 12 à 14 fois supérieure à celle des 18:2-*trans*.

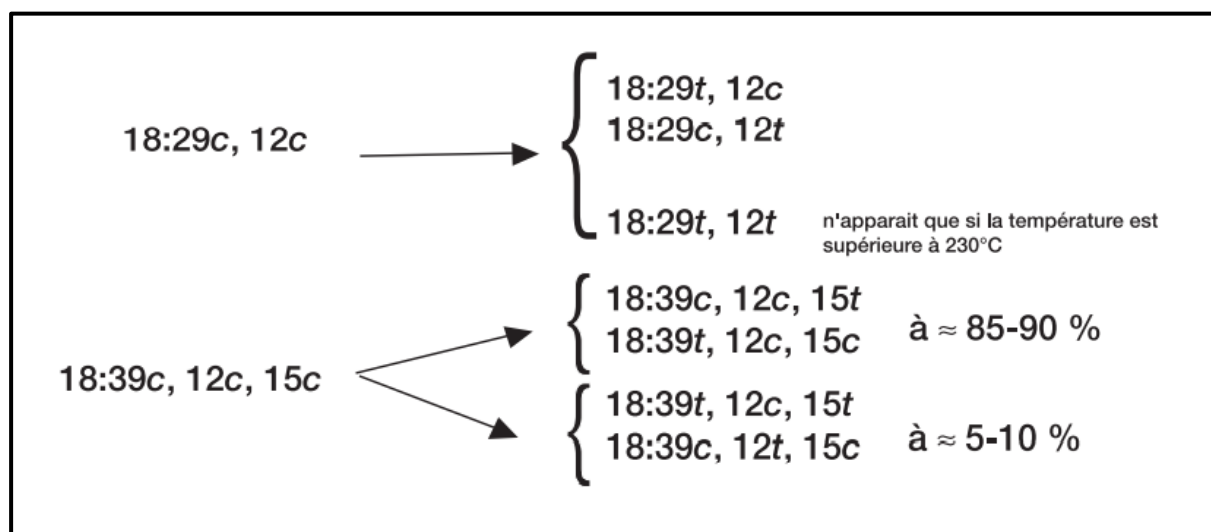


Figure 03 : Isomères de l'acide linoléique et alpha-linoléique formés lors de chauffage.

I.5 Propriétés des AG *trans*

-La présence de la configuration *trans* permet d'augmenter le point de fusion d'un acide gras insaturé ;

-La présence d'une configuration *trans* change également d'autres paramètres « physico-chimiques » de la molécule tels que la polarité globale de l'acide gras, ce qui permet dans certaines conditions chromatographiques de séparer les isomères *cis* des isomères *trans*. Les liaisons *trans* modifient également les propriétés spectrométriques (absorption UV, infrarouge, etc.) des AG : points intéressants pour leur identification ;

-Les liaisons *trans* influent sur les propriétés biochimiques et physiologiques des AG.

I.6 Effets néfastes des AG *trans* sur la santé

- ✓ L'effet néfaste des acides gras *trans* sur les taux de cholestérol et de triglycérides est bien connu. En effet, ils se comportent comme des acides gras saturés et ont les mêmes effets : ils augmentent les LDL (le "mauvais" cholestérol), diminuent les HDL (le "bon" cholestérol) ;
- ✓ Les acides gras *trans* accroissent considérablement le risque de maladie cardiovasculaire, même absorbés en faibles doses ;
- ✓ Les acides gras *trans* favoriseraient aussi la survenue du cancer du sein.
- ✓ Ils perturberaient sérieusement la transformation des acides gras essentiels en Omega 3. C'est pourquoi ils devraient représenter moins de 2 % des graisses ingérées.

II. Acrylamide

II.1 Introduction

L'acrylamide (appelé 2-propénamide ou amide acrylique ou éthylène carboxamide) est un composé organique de formule brute C_3H_5NO . En 1911, le scientifique français Louis Camille Maillard découvre la réaction de brunissement non enzymatique des aliments qui leur confère l'arôme de grillé (appelés « arômes de Maillard » dans l'industrie agroalimentaire) et leur aspect doré caractéristique révélant la formation de pigments bruns (mélanoidines). Il se produit lors des processus de cuisson des aliments à plus de $120^{\circ}C$ (fritures, grillades, ...) lorsque ceux-ci sont composés de sucres réducteurs et d'acides aminés.

II.2 Réaction de Maillard

L'un des produits de la réaction de Maillard, l'acrylamide, particulièrement présent dans les céréales du petit déjeuner, le pain grillé, les chips, le café, la chicorée, peut s'avérer toxique.

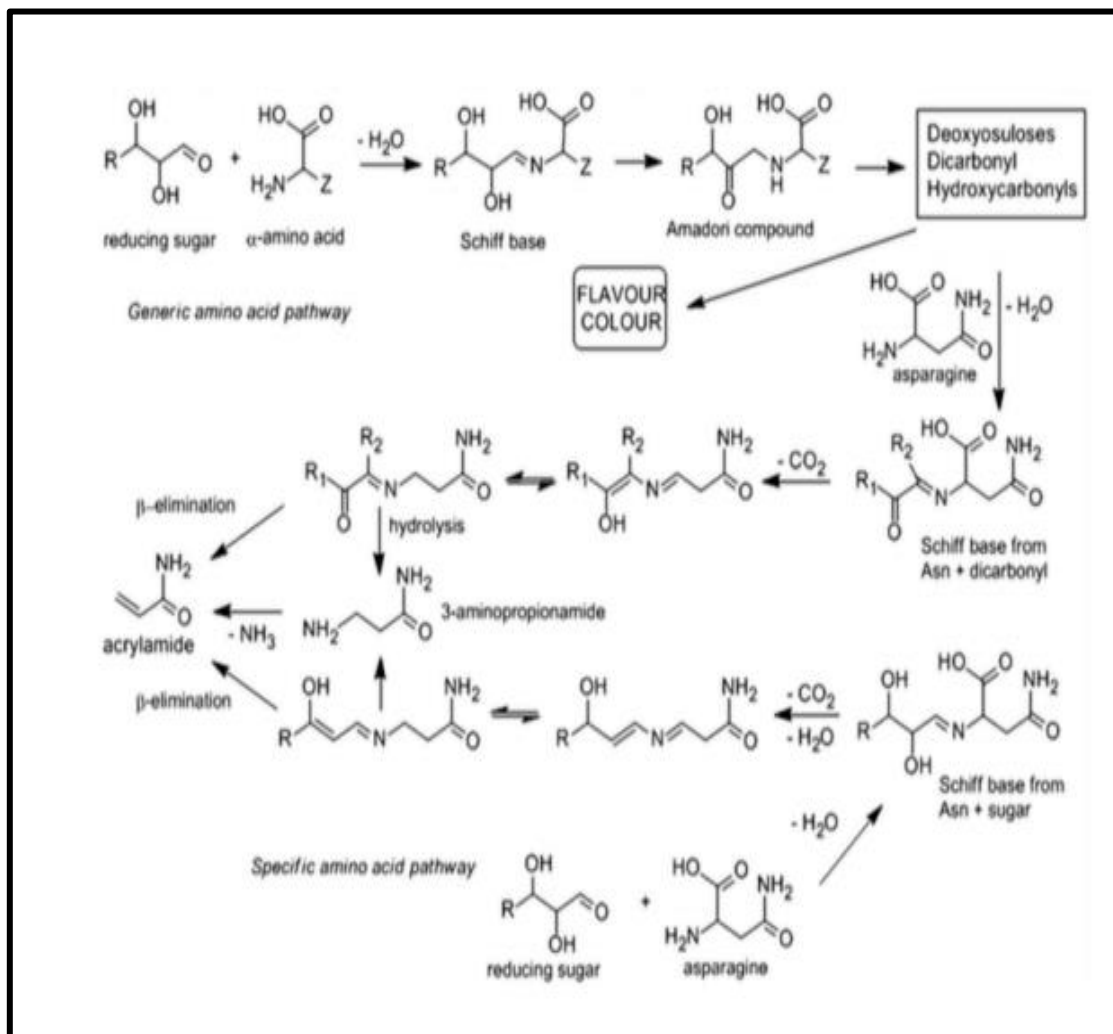


Figure 01 : Réaction de Maillard aboutissant à la formation d'acrylamide.

II.2 Paramètres de la réaction de Maillard

La vitesse et les voies de réaction sont sous l'influence de plusieurs paramètres :

- ✓ la nature des réactifs : plus le nombre de carbones est faible, plus l'ose est réactif. Les pentoses sont donc plus réactifs que les hexoses. Plus la fonction amine est éloignée de la fonction carboxylique, plus l'acide aminé est réactif. Par ordre décroissant de réactivité : lysine, arginine, méthionine, cystéine, acide glutamique, proline, asparagine;
- ✓ La température : la vitesse de réaction est quasiment doublée lorsque la température augmente de 10 °C ;
- ✓ Le pH : la réaction est optimale lorsque le pH est compris entre 6 et 10 ;
- ✓ Les milieux à humidité intermédiaire sont les plus favorables au développement de la réaction.

II.3 Aliments à risque

Les aliments les plus riches en acrylamide sont les chips à base de pommes de terre, les pommes de terre sautées et frites, le café et les biscuits.

II.4 Toxicocinétique

II.4.1 Absorption

Les voies d'exposition à l'acrylamide sont nombreuses : la voie orale *via* l'eau et l'alimentation, la voie respiratoire *via* la fumée de cigarette, mais aussi la voie cutanée dans un environnement professionnel. Quelle que soit la voie d'exposition, l'acrylamide est rapidement absorbé. Toutefois, c'est par la voie orale que l'absorption est la plus rapide ; l'acrylamide étant presque totalement absorbé par la paroi intestinale

II.4.2 Distribution

L'acrylamide est rapidement distribué sous sa forme libre dans tous les tissus (foie, reins, poumons, muscles, cerveau, nerf sciatique, moelle épinière, peau, tissu adipeux, intestin) ainsi qu'au niveau du fœtus et du lait maternel. Néanmoins, une accumulation spécifique a lieu dans les globules rouges, où les métabolites forment des adduits à l'hémoglobine, et se lient également aux acides nucléiques et aux protéines

II.4.3 Métabolisme

Il existe deux voies de métabolisation chez l'Homme :

- La principale voie est celle de la conjugaison au glutathion, catalysée par la glutathion-S-transférase hépatique aboutissant à deux métabolites urinaires principaux sous forme de dérivés mercapturiques : N-acétyl-S-(2- carbamoylethyl)cystéine (AAMA) et N-

acétyl-S-(2-carbamoyl-2-hydroxyéthyl)cystéine (**GAMA**), représentant respectivement 52% et 5 % de la dose ;

- L'autre voie de métabolisation est celle de l'époxydation en glycidamide par des mono-oxygénases dépendantes du cytochrome P450 2E1 mais elle est beaucoup moins importante chez l'Homme que chez les rongeurs. Chez l'animal, le glycidamide aurait des propriétés cancérogènes et génotoxiques plus importantes que l'acrylamide. Le glycidamide est ensuite hydrolysé par un époxyde hydrolase en dihydroxypropionamide.

Ces composés issus de la métabolisation de l'acrylamide peuvent générer des mutations cellulaires ou moléculaires, responsables de mutagenèse ou de cancérogenèse.

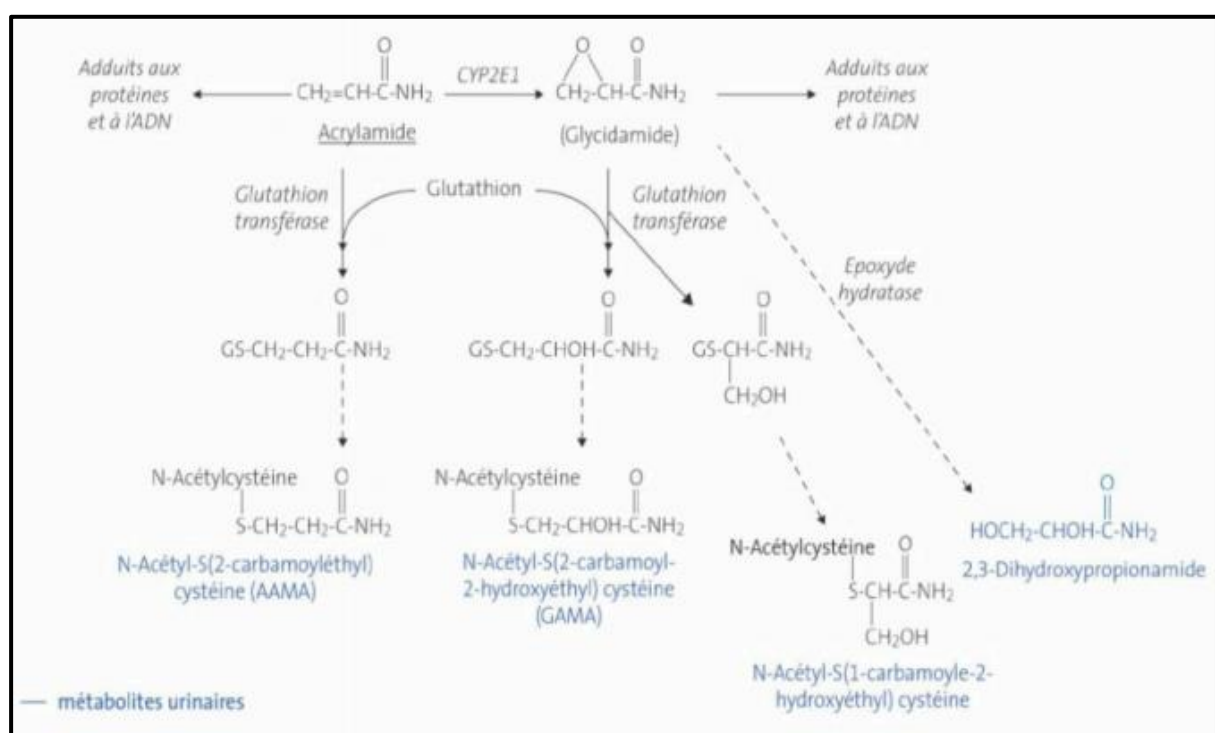


Figure 02 : Schéma métabolique de l'acrylamide (Fiche toxicologique de l'acrylamide)

Des différences interindividuelles peuvent également s'appliquer en fonction du genre, de l'âge, du tabagisme, de la consommation d'alcool ou de pathologies métaboliques, impactant ainsi les voies métaboliques. De plus, le métabolisme chez l'Homme peut être davantage prédisposé à la glutathion-conjugaison (phase II) que la transformation en glycidamide (phase I)

Formation d'adduits

La métabolisation de l'acrylamide aboutit à divers métabolites, dont le glycidamide, le plus toxique d'entre eux. Il est capable de réagir avec les acides nucléiques de l'ADN, en formant des adduits, conduisant à l'induction de mutations. L'acrylamide peut rarement se lier à l'ADN

pour former des adduits étant donné sa faible réactivité pour les bases azotées. Les adduits à l'hémoglobine et l'acide mercapturique urinaire ont tous deux été utilisés en tant que biomarqueurs dans l'évaluation du risque de l'acrylamide. En outre, l'acrylamide et le glycidamide ont également une forte propension à se lier aux protéines. Ainsi, ils peuvent s'associer avec un résidu de valine (AA Val ou GA Val) en formant d'autres adduits.

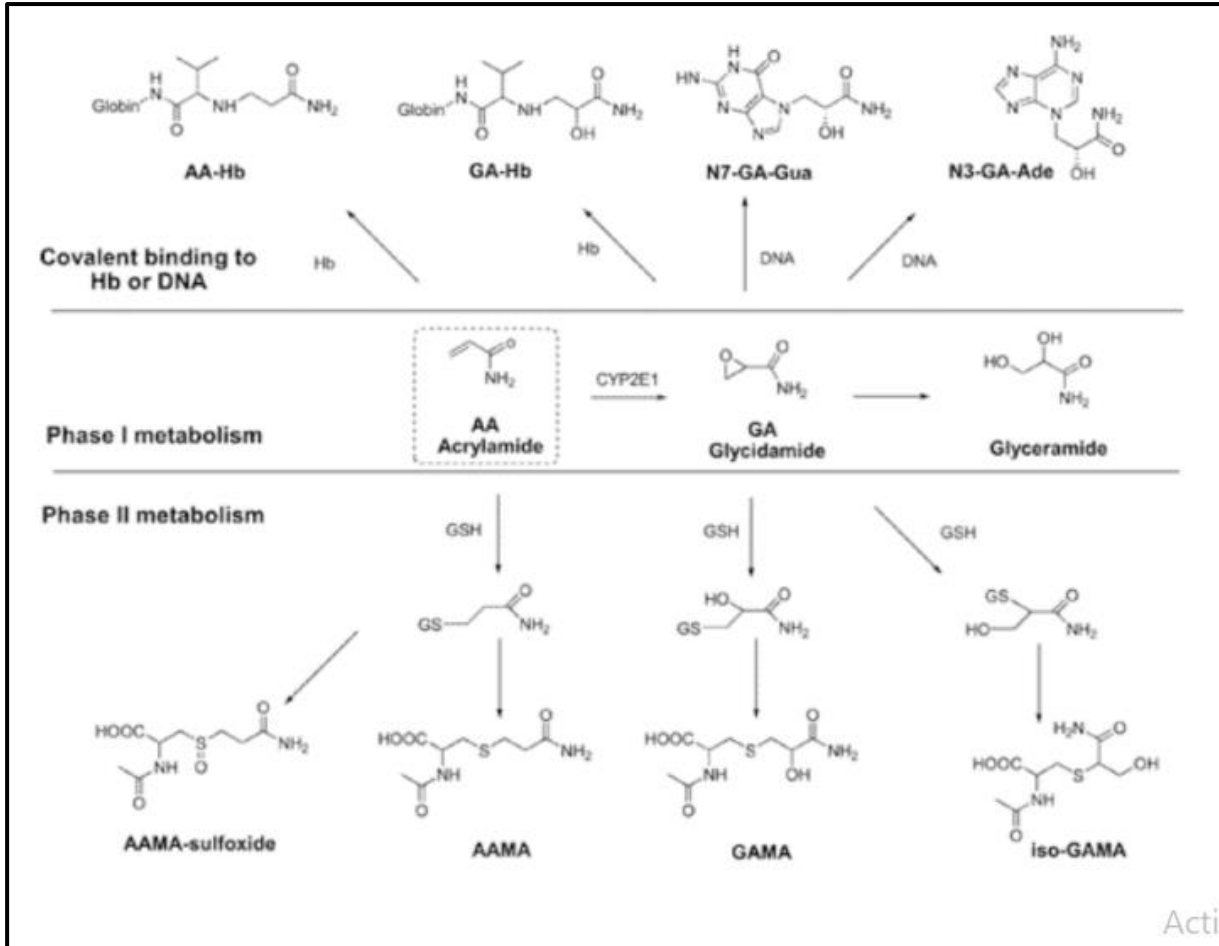


Figure 03 : Métabolisme de l'acrylamide et formation d'adduits

II.4.4 Elimination

Chez l'Homme, 60% de la dose d'acrylamide administrée par voie orale et ses métabolites, dont environ 86% conjugués au glutathion, se retrouvent dans les urines au bout de 24 heures. L'acrylamide sous forme inchangée représente un peu plus de 4% de la dose initiale ingérée. Le devenir des 40% restants de la dose initiale n'a pas encore été élucidé. Il est envisageable qu'une partie contribue à la formation d'adduits avec les macromolécules, telles que l'ADN et les protéines.

II.5 Normes

- ❖ Teneurs de référence en acrylamide dans les denrées alimentaires (d'après le règlement UE 2017/2158 du 20 novembre 2017, Journal Officiel de l'Union Européenne)

Denrée alimentaire	Teneurs de référence [µg/kg]
Frites (prêtes à la consommation)	500
Chips obtenues à partir de pommes de terre fraîches et de pâte de pommes de terre	750
Crackers à base de pommes de terre	
Autres produits à base de pommes de terre obtenus à partir de pâte de pommes de terre	
Pain (panification humide)	
a) Pain à base de blé	50
b) Pain (panification humide) autre que le pain à base de blé	100
Céréales pour petit-déjeuner (à l'exception du porridge)	
— produits à base de son et céréales complètes, grains soufflés au pistolet	300
— produits à base de blé et de seigle (*)	300
— produits à base de maïs, d'avoine, d'épeautre, d'orge et de riz (*)	150
Biscuits et gaufrettes	350
Crackers, à l'exception des crackers à base de pommes de terre	400
Pain croustillant	350
Pain d'épice	800
Produits comparables aux autres produits appartenant à cette catégorie	300
Café torréfié	400
Café instantané (soluble)	850
Succédanés de café	
a) Succédanés de café obtenus uniquement à partir de céréales	500
b) Succédanés de café obtenus à partir d'un mélange de céréales et de chicorée	(?)
c) Succédanés de café obtenus uniquement à partir de chicorée	4 000
Denrées alimentaires pour bébés, préparations à base de céréales destinées aux nourrissons et aux enfants en bas âge, à l'exception des biscuits et des biscottes (*)	40
Biscuits et biscottes pour nourrissons et enfants en bas âge (*)	150

❖ Norme algérienne (Café)

<p>Les taux tolérés de l'acrylamide sont fixés comme suit :</p> <ul style="list-style-type: none">— café torréfié 450 µg/kg ;— café instantané (soluble) 900 µg/kg ; <p>Succédanés de café :</p> <ul style="list-style-type: none">a) succédanés de café principalement à base de céréales..... 2000 µg/kg ;b) autres succédanés de café..... 4000 µg/ kg. <p>La liste des taux tolérés d'acrylamide, peut être actualisée par arrêté des ministres chargés de la protection du consommateur, de l'industrie, de l'agriculture et de la santé.</p>	<ul style="list-style-type: none">• la mention "décaféiné" pour autant que la teneur en caféine anhydre ne dépasse pas, en poids, 0,3% de la matière sèche provenant du café. Le qualificatif et la dénomination de vente doivent figurer sur le même champ visuel principal ;• pour l'extrait de café liquide la mention: "avec " ou "conservé à ... " ou "conservé au ... " ou "avec ... ajouté" ou "torréfié à ... " ou "torréfié au ... " suivie de la (des) dénomination (s) du (des) type(s) de sucre (s) utilisée (s). <p>Ces mentions et la dénomination de vente doivent être regroupées dans le même champ visuel principal.</p> <p>2. la teneur minimale en matière sèche provenant du café pour l'extrait de café en pâte ou liquide. Cette teneur est exprimée en pourcentage du poids du produit fini.</p>	
12	JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 15	6 Jomada Ethania 1438 5 mars 2017

II.6 Produits concernés (causes et solutions)

II.6.1 Frites, chips et autres produits à base de pommes de terre coupées obtenus après friture

Cette catégorie regroupe les frites et autres produits à base de pommes de terre coupées obtenus après friture par immersion dans l'huile ou cuisson au four.

➤ **Les précurseurs de l'acrylamide** dans la pomme de terre sont :

— L'asparagine : acide aminé très présent dans la pomme de terre

— Les sucres réducteurs, en particulier, le glucose et le fructose, naturellement présents dans la pomme de terre.

Ces deux composants favorisent la formation d'acrylamide lors de la cuisson.

➤ **Actions à pratiquer**

Matière première : Recensent et sélectionnent les variétés de pommes de terre à faible teneur en sucres réducteurs (< 1.5%) et asparagine ;

Stockage et transport : Contrôler la température de stockage (>6°C), le niveau d'humidité et la température avec la durée de transport. Les pommes de terre qui ont été entreposées à des

températures basses devraient être reconditionnées pendant quelques semaines à des températures plus élevées (par ex. 12 – 15 °C).

Généralement, le taux d'acrylamide est plus bas en été et plus élevé en hiver, du fait de la durée de stockage des pommes de terre.

Additifs : Des prétraitements à base de solution de diphosphate de sodium (E450, ou pyrophosphate de sodium) peuvent être utilisés afin d'abaisser le pH pour empêcher la réaction de Maillard ;

Taille de la coupe : Dans le cas des frites, l'acrylamide se forme à la surface des bâtonnets. C'est le rapport surface/volume qui influence la formation d'acrylamide : augmenter la section des frites est un moyen de réduire le niveau d'acrylamide. Il est nécessaire de retirer les bâtonnets trop fins après la découpe.

Blanchiment : Le blanchiment des pommes de terre est l'outil le plus important pour réduire la teneur en sucres réducteurs.

Test de friture : Contrôler dans chaque lot de pommes de terre la couleur après friture (niveaux de sucres) et faire cuire à des températures convenables.

II.6.2 Pain (panification humide)

➤ Les précurseurs de l'acrylamide sont :

— l'asparagine : acide aminé présent dans les céréales

— les sucres réducteurs naturellement présents dans les céréales.

Ces deux composants favorisent la formation d'acrylamide lors de la cuisson. La teneur en asparagine libre dans les céréales est plus déterminante que la teneur en sucres. L'acrylamide se forme à des températures supérieures à 120°C et dans des conditions de faible humidité. La quantité d'acrylamide formée dépend de la recette, la température et la durée du traitement thermique. L'acrylamide se forme alors dans les parties les plus dorées.

➤ **Actions à pratiquer**

Matière première : Les sols pauvres en soufre favorisent la concentration en asparagine libre dans les céréales.

Asparaginase : elle peut être utilisée dans les produits à faible teneur en humidité pour réduire la teneur en asparagine en tenant compte de la recette du produit.

- Contrôler le niveau de sucre réducteur dans la farine de blé.

Levure et fermentation : L'augmentation de la durée de fermentation des pâtes et/ ou le choix de la dose et du type de levure de boulangerie peuvent contribuer à réduire la formation d'acrylamide par une réduction de la teneur en asparagine (les levures métabolisent l'asparagine).

Cuisson : Faire une cuisson à basse température et à longue durée

Couleur du produit : Limiter la coloration excessive du produit fini est une méthode efficace pour empêcher l'apparition de l'acrylamide.

II.6.3 Produits de boulangerie fine + produits infantiles

Cette catégorie inclut les cookies, les biscuits, les biscottes, les barres de céréales, les cornets, les gaufrettes, les petites crêpes épaisses et les pains d'épice, ainsi que les produits non sucrés tels que les crackers, les pains croustillants et les produits céréaliers en poudre (produits infantiles).

➤ Les précurseurs de l'acrylamide sont :

— l'asparagine : acide aminé présent dans les céréales

— les sucres réducteurs, en particulier, le glucose et le fructose.

Ces deux composants, favorisent la formation d'acrylamide lors de la cuisson. L'acrylamide se forme à des températures supérieures à 120°C et dans des conditions de faible humidité. La quantité d'acrylamide formée dépend de la recette, la température et la durée de la cuisson.

➤ **Actions à pratiquer**

Matière première :

-Les sols pauvres en soufre favorisent la concentration en asparagine libre dans les céréales.

- Prêter attention au choix des céréales : Selon le type de grain de céréale, les teneurs en asparagine observées sont différentes. Les teneurs en asparagine sont plus élevées dans le seigle, puis par ordre décroissant dans l'avoine, le blé, le maïs et le riz.

- Contrôler le niveau de sucre réducteur dans la farine de blé.

Réduire et/ou remplacer le bicarbonate d'ammonium (E503) par des agents de levage de substitution : en cas d'utilisation de bicarbonate d'ammonium, par exemple dans les biscuits sucrés, son remplacement par une autre poudre à lever ou son utilisation en combinaison (ex : carbonate de potassium avec du tartrate de potassium) peut réduire dans certains cas la teneur en acrylamide.

Réduire la présence de fructose et le remplacer par du glucose ou du saccharose : est une stratégie efficace, en particulier dans les recettes contenant du bicarbonate d'ammonium. Quand un sirop de glucose-fructose est utilisé, la proportion de fructose devra être la plus basse possible.

Acides organiques : Il est conseillé d'abaisser le pH pour diminuer la teneur en acrylamide.

Dimension de la pièce : pour les produits de panification croustillante tranchés, les teneurs en acrylamide seront d'autant plus faibles que les tranches seront épaisses.

Farine de blé : Commencer à remplacer la farine de blé par la farine de riz.

II.6.3 Café

Cette catégorie inclut le café torréfié (obtenus par torréfaction, broyage ou les deux, disponible sous forme de grains de café torréfié ou de café moulu) et le café instantané (produit concentré obtenu par extraction à partir de grains de café torréfiés en utilisant uniquement de l'eau). Les mécanismes de formation de l'acrylamide dans les produits de café sont bien connus, mais, à la différence de la plupart des autres secteurs, il n'existe pas d'outils de réduction des teneurs en acrylamide utilisables à l'échelle industrielle sans incidence significative sur la qualité organoleptique des produits. L'industrie du café poursuit les recherches pour identifier des mesures de maîtrise de l'acrylamide qui puissent être transposables au niveau industriel.

- L'acrylamide se forme au cours de la torréfaction des grains de café. La concentration va notamment dépendre du degré de torréfaction.

➤ Actions à pratiquer

-Les produits à base de grains de type Robusta tendent à avoir des teneurs en acrylamide plus élevées que les produits à base de grains type Arabica. Lors de la mise au point de mélanges de café, les fabricants doivent donc prendre un compte le type de grains dans l'évaluation des risques.

-La quantité d'acrylamide dans le café peut varier considérablement. Les grains de café bien torréfiés, foncés et frais sont ceux qui en contiennent le moins.

III. Conseils aux consommateurs

- Cessez de fumer et essayez de minimiser votre exposition à la fumée secondaire.
- Réduisez la friture au minimum, car c'est la méthode de cuisson qui produit le plus d'acrylamide de toutes les méthodes de cuisson.
- Essayez de ne pas brûler ou carboniser les aliments sur le gril.
- Faire griller le pain jusqu'à ce qu'il prenne une couleur brun clair et éviter les toasts brûlés.
- Faire bouillir ou utiliser le micro-ondes si possible.
- Conservez les pommes de terre hors du réfrigérateur.
- Laissez votre pâte à pain à l'épreuve du temps — la fermentation de la levure réduit la quantité d'asparagine dans la pâte, donc moins d'acrylamide est fabriqué.
- Choisissez du café torréfié foncé et évitez le café instantané et les alternatives au café.