



# Dangers chimiques liés à la présence de substances néoformées dans les aliments au cours des procédés de fabrication, de transformation et de préparation des aliments

## DANGERS

**Avertissement:** cette fiche ne fait pas une analyse exhaustive sur toutes les substances néoformées pouvant être formées au cours des procédés de fabrication, de transformation et de préparation des aliments ni sur les dangers chimiques s'y associant. Cette fiche n'a d'autre but que d'enrichir (et non limiter) la réflexion des professionnels sur l'importance du point de vue sanitaire d'intégrer dans l'analyse de risque l'éventuelle formation des substances néoformées dans les aliments

## Introduction

Un danger **chimique** lié aux aliments peut apparaître lors la formation de **substances nouvelles** au sein de la **matrice alimentaire**. En effet, au cours du **processus de transformation technologique et/ou de préparations culinaires industrielles ou ménagères des denrées alimentaires**, des **réactions chimiques** peuvent se produire et provoquer la formation de composés dont certains peuvent être indésirables. Ces substances sont qualifiées de composés néoformés; elles peuvent se former au cours de traitements thermiques, au cours des procédés de fermentation ou au cours de différentes étapes de conservation. Deux types de réactions chimiques au moins, (Annexe 1) sont susceptibles de se produire au cours des procédés de transformation; il s'agit de la **réaction de Maillard** ou encore de **réactions d'oxydation (notamment des lipides)** dont les produits peuvent inter-réagir pour aboutir à un mélange complexe de nombreuses substances. Ces réactions peuvent être dépendantes du couple temps-température (pour des températures allant de 10°C, réaction lente, à plus de 200°C, réaction rapide).

C'est principalement le **couple matrice alimentaire/procédé de fabrication** qui conditionne l'apparition des composés néoformés, mais il faut aussi tenir compte de la présence des substances chimiques utilisées dans la fabrication des aliments ainsi que de la présence naturelle de divers substances chimiques, qui peuvent engendrer ou participer à la formation de diverses substances néoformées.

L'exposition du consommateur aux substances néoformées *via* l'alimentation peut éventuellement être associée à des effets indésirables pouvant se manifester à plus ou moins long terme. Si la présence de composés néoformés dans les aliments est difficilement évitable, leur taux d'apparition peut, dans une certaine mesure, être maîtrisé par l'application de **bonnes pratiques de fabrication (BPF)**. C'est pourquoi la prise en compte de ce **danger** est indispensable dans un guide de bonnes pratiques d'hygiène et d'application des principes HACCP (**GBPH**).

*Cette fiche ne concerne que les substances nouvellement formées liés aux processus de transformation, c'est-à-dire les composés qui peuvent se former au cours de la fabrication, de la préparation et de la conservation des denrées alimentaires. En sont exclus les autres substances chimiques traitées dans les autres fiches d'aide à la rédaction des GBPH.*

## Les substances néoformées

Le processus d'évaluation des risques liés aux substances néoformées indésirables présente deux difficultés majeures:

- > leur détection, identification et quantification dans les denrées alimentaires et leur cinétique de formation en milieu complexe;
- > la détermination de leur vrai impact toxicologique à considérer au sein même d'une matrice alimentaire dont la composition évolue avec les traitements concernés.

Cette problématique montre que l'évaluation des risques liés aux produits néoformés doit progresser en parallèle avec les données technologiques, analytiques et toxicologiques.

Leur évaluation prend en compte **les interactions** avec les matrices alimentaires, donc leur **biodisponibilité** estimée et l'évolution des habitudes alimentaires afin d'estimer au mieux **l'exposition** des consommateurs et de fixer un niveau de risque acceptable. Les étapes de fabrication impliquées dans la transformation des aliments sont nombreuses parmi les traitements unitaires uniques ou combinés (ex. stérilisation, congélation, déshydratation, pasteurisation, séchage partiel, etc.) avec ou sans association; certains font appel aux différentes techniques de cuisson (ex. eau, vapeur, air, corps gras, cuisson/extrusion, etc.), à des températures élevées ou basses (ex. blanchiment, pasteurisation, stérilisation, réfrigération, congélation, surgélation) ou à d'autres paramètres (ex. Aw, pression osmotique, pH, potentiel Redox, ajout de solutés, d'additifs et conservateurs, de microorganismes, ionisation, etc.).

Sur la base des travaux de l'Anses et de l'Agence belge de sécurité des aliments (Afsca), des exemples peuvent être mentionnés – non exhaustifs – des substances néoformées le plus souvent identifiées, en fonction des procédés de transformation mis en œuvre et représentant à certaines concentrations un risque avéré pour les consommateurs.

Un exemple de recensement non exhaustif des substances néoformées en fonction des principaux procédés mis en œuvre et des principales denrées concernées est proposé dans le tableau de l'Annexe 2.

## Fiche outil

Dangers chimiques liés à la présence de substances néoformées dans les aliments au cours des procédés de fabrication, de transformation et de préparation des aliments

**Novembre 2015**

Il est à noter que, si certaines substances néoformées peuvent être communes à différentes filières (ex: HAP), d'autres peuvent être plus ou moins spécifiques de certaines filières, comme par exemple :

- > **filière céréales, oléagineux, protéagineux** : acrylamide, chloropropanols (soja), furanes (conserves et bocaux);
- > **filière fruits et légumes** : acrylamide (pommes de terre), nitrosamines, acroléine, carbamate d'éthyle;
- > **filière poissons, mollusques, crustacés** : benzo(a)pyrène, nitrosamines, chloropropanols (3MCPD), amines aromatiques hétérocycliques (AAH), composés N-nitrosés, triglycérides oxydés (TGO);
- > **filière produits carnés et dérivés** : AAH, nitrosamines, benzo(a)pyrène, chloropropane-diols.

Pour chacun des composés identifiés dans l'une ou l'autre des filières ou lors des divers procédés une fiche-type pourrait être réalisée selon le modèle proposé en Annexe 3 que le pétitionnaire aurait à charge d'argumenter.

## Le contexte réglementaire

Étant donné que certaines substances néoformées peuvent avoir un effet indésirable sur la santé du consommateur, elles doivent être évaluées dans le contexte des exigences de sécurité des aliments selon les dispositions du droit alimentaire européen connu sous l'appellation de Food Law (règlement n°178/2002 CE articles 14, alinéa 3a-b et 4a-b). L'évaluation scientifique ou l'évaluation de risque est mise à la disposition des gestionnaires du risque appartenant aux pouvoirs publics et des professionnels qui ont en charge la maîtrise de ce risque. À l'heure actuelle, seuls certains de ces composés néoformés font l'objet de mesures réglementaires : c'est le cas du chloropropanol (**3-MCPD**), du benzo(a)pyrène (B(a)P) mentionnés dans le **règlement (CE) n° 1881/2006**. La présence de composés polaires dont les triglycérides oxydés (**TGO**) est réglementée dans les huiles utilisées lors des opérations de fabrication, de transformation ou de préparation. Il n'existe pas de teneurs maximales réglementaires pour l'acrylamide mais la Commission européenne a recommandé le suivi des teneurs en acrylamide dans les denrées alimentaires (recommandations 2010/307/UE). Dans le cadre de ce suivi, des valeurs indicatives ont été définies par la Commission (recommandation 2013/647/UE).

Pour la plupart des substances néoformées citées plus haut des nombreuses études de toxicité ont été conduites. De même, leur présence dans les aliments, pour les plus connues d'entre elles (acrylamide, HAP), a été mesurée et suivie en détail en France (Étude de l'alimentation totale française 2, 2011). Toutefois, les substances néoformées forment une famille très nombreuse dans laquelle une grande partie n'a pas été identifiée et dont les procédés au cours desquels ces substances pourraient être produites n'ont pas été identifiés. Compte tenu du peu des connaissances disponibles dans ce domaine, l'Anses a le projet de lancer une réflexion concernant la possibilité d'identifier une méthodologie qui permettrait de prioriser de substances néoformées moins connues en fonction de leur propension à être formées dans des conditions de fabrication, de transformation et de préparation des aliments les plus courantes.

## Textes et dispositions réglementaires

**Règlement (CE) n° 1881/2006**<sup>1</sup> du 19 décembre 2006 portant fixation de teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires, et actes modificatifs

**Règlement (CE) n° 333/2007** de la Commission du 28 mars 2007 portant fixation des modes de prélèvements d'échantillons et des méthodes d'analyse pour le contrôle officiel des teneurs en plomb, en cadmium, en mercure, en 3-MCPD et en benzo(a)pyrène dans les denrées alimentaires

**Décret n° 2008/184** du 26 février 2008<sup>2</sup> portant application du code de la consommation en ce qui concerne les graisses et huiles comestibles.

**Recommandation (2010/307/UE)** de la Commission européenne du 2 juin 2010 concernant le suivi des teneurs en acrylamide des denrées alimentaires.

**Recommandation (2013/647/UE)** de la Commission du 8 novembre 2013 concernant l'étude des teneurs en acrylamide des denrées alimentaires

**Recommandation (2010/133/UE)** de la Commission du 2 mars 2010 concernant la prévention et la réduction de la contamination des eaux-de-vie de fruits à noyaux et des eaux-de-vie de marc de fruits à noyaux par le carbamate d'éthyle, ainsi que le suivi des teneurs en carbamate d'éthyle dans ces boissons.

## Exemples de mesures de maîtrise

L'application de bonnes pratiques appropriées représente le meilleur moyen de limiter la formation de substances néoformées.

Les mesures, à adapter en fonction du danger potentiel, peuvent être :

- > en amont, utiliser des variétés ou de races à teneur plus faible en précurseurs de néoformés;
- > limiter le recours aux auxiliaires technologiques et aux additifs et le contrôle des modalités des procédés (température, pression, teneur en eau, nature des corps gras, etc.).

## Points importants

Le rédacteur d'un GBPH doit impérativement :

- > identifier les substances néoformées susceptibles d'apparaître dans l'aliment concerné;
- > rappeler le contexte réglementaire s'il existe;
- > proposer des mesures de maîtrise adaptées, quand elles n'existent pas, pour chaque substance susceptible de se former.

1. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:364:0005:0024:FR:PDF>  
2. <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000018188420&dateTexte=20080318&fastPos=1&fastReqId=1917305&oldAction=rechTexte>

## Liens utiles

**Afsca (2010) Avis 09-2010: Risques cancérogènes et/ou génotoxiques dans les denrées alimentaires: contaminants liés aux processus de transformation (dossier Sci Com 2007/09bis: auto-saisine) en date 19 mars.**

[http://www.favv.be/comitescientifique/avis/\\_documents/AVIS09-2010\\_FR\\_DOSSIER2007-09bis.pdf](http://www.favv.be/comitescientifique/avis/_documents/AVIS09-2010_FR_DOSSIER2007-09bis.pdf)

**Afssa (2009) Avis relatif à l'utilisation de la lumière pulsée comme procédé de décontamination microbiologique de surface des produits de panification, en date du 28 janvier (Saisine 2008-SA-0289).**

<http://www.anses.fr/sites/default/files/documents/AAAT2008sa0289.pdf>

**Anses (2011) – Étude de l'alimentation totale française 2 (EAT2) Tome 2. Résidus de pesticides, additifs, acrylamide, hydrocarbures aromatiques polycycliques.**

<http://www.anses.fr/fr/system/files/PASER2006sa0361.pdf>

**Anses (2010) Avis concernant les traitements par hautes pressions hydrostatiques sur des aliments emballés en date du 30 août (Saisine 2010-SA-0193).**

<http://www.anses.fr/sites/default/files/documents/AAAT2010sa0193.pdf>

**Anses (2012) Avis relatif à une demande d'autorisation d'essais industriels pour l'extension d'autorisation d'emploi d'une solution à base d'acide peracétique pour le lavage des légumes destinés à l'appertisation en date du 19 avril (Saisine 2012-SA-0016).**

<http://www.anses.fr/sites/default/files/documents/AAAT2012sa0016.pdf>

**Anses (2013) Avis relatif aux résultats intermédiaires relatifs à la demande d'autorisation d'essais industriels pour l'extension d'autorisation d'emploi d'une solution à base d'acide peracétique pour le traitement d'épinards blanchis destinés à la surgélation en date du 22 juillet (Saisine 2013-SA-0058).**

<http://www.anses.fr/sites/default/files/documents/ESPA2013sa0058.pdf>

**Anses (2013) Avis relatif à une demande d'autorisation d'essais de monochloramine comme auxiliaire technologique en sucrerie pour la décontamination des jus de betterave en date du 5 février (Saisine 2012-SA-0232)**

<http://www.anses.fr/sites/default/files/documents/ESPA2012sa0232.pdf>

## Annexe 1

### RÉACTION DE MAILLARD OU BRUNISSEMENT NON ENZYMATIQUE

C'est une réaction chimique courante qui se produit généralement entre un sucre réducteur et un acide aminé. Les réactions chimiques suivantes aboutissent à des composés aromatiques (furfural, HMF) et à des pigments bruns (mélanoidines). Ces réactions sont influencées par plusieurs paramètres : pH, nature des sucres et des acides aminés, couples temps/température, teneur en eau, activité de l'eau (Aw), présence d'oxygène et par la présence d'autres composés dans l'aliment. Cette réaction contribue aux propriétés organoleptiques des aliments chauffés (café, pain, bière etc.) et peut participer à l'action anti-oxydante. En revanche, elle diminue la valeur nutritive des aliments par la perte de certains acides aminés essentiels (lysine) après réaction avec des sucres. Par ailleurs, certains produits finaux peuvent être toxiques (acrylamide, furane, amines aromatiques hétérocycliques). L'effet allergique peut aussi être renforcé par stabilisation de la protéine allergisante par la réaction de Maillard (exemple du lait dont le lactose peut stabiliser la bêta lactoglobuline (protéine allergisante) en inhibant sa dégradation).

### RÉACTION D'OXYDATION DES LIPIDES

Toutes les denrées alimentaires qui renferment des lipides sont prédisposées à l'oxydation, en particulier celles qui sont déshydratées et exposées à des températures élevées ou encore qui sont cuites (aliments frits, produits carnés, fromages, poudre d'œuf, etc.). Ce sont les acides gras des triglycérides et des phospholipides qui sont les cibles de cette oxydation et en particulier les acides gras insaturés (plus ils comportent de doubles liaisons, plus ils sont oxydables). Ces lipides peuvent s'auto-oxyder, être oxydés par la lumière (photo-oxydation) ou encore par des enzymes. Le mécanisme d'oxydation fait intervenir des radicaux libres responsables de réactions en chaîne. Ces réactions sont, par ailleurs, influencées par la nature et la composition en acides gras des lipides, par la température, la lumière et la présence de substances pro- ou anti-oxydantes.

L'oxydation des lipides est une des réactions chimiques les plus complexes se produisant dans les aliments et peut aboutir à des composés toxiques (acroléine, malondialdéhyde, 4-hydroxynonéal). Les huiles et les graisses végétales ou animales sont les premières concernées.

### UTILISATION DE MARQUEURS DE TRANSFORMATION

La diversité chimique associée aux substances néoformées est à l'origine de la recherche en cours relative aux marqueurs de transformation dans les matrices alimentaires. L'absence de ces marqueurs peut signifier la non-apparition de substances néoformées indésirables. *A contrario*, leur présence permet d'orienter la recherche analytique des substances néoformées. Il existe des marqueurs de l'oxydation des lipides (rapport AGMI<sup>3</sup>/AGPI<sup>4</sup>, hexanal, malondialdéhyde, oxysterol), des protéines (acides aminés impliqués dans les réactions d'oxydo-réduction), des sucres (acide glucuronique), des vitamines et des oligo-éléments (AEC, groupe B-GSH). À l'avenir, un certain nombre de marqueurs permettant de contrôler la formation de substances dites néoformées, pourrait faire l'objet d'une validation.

---

3. Acides gras mono insaturés

4. Acides gras poly insaturés

## Annexe 2

### Exemples des principales substances néoformées produites au cours des process et aliments concernés

Procédés mis en œuvre	Substances néoformées	Matrices alimentaires et aliments concernés
Traitements thermiques à hautes températures	Acrylamide – Acroleïne – Furanes – Glycidamide Hydroxymethyl – Furfural (HMF) et apparentes  Amines aromatiques heterocycliques (AAH) Chloropropanols (3-MCPD) et chloro-esters, Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)  Nitrosamines produits d'oxydation des triglycérides (TGO) et composés polaires  Semicarbazide (SEM) – Esters de glycidol – Formaldehyde Allergènes stabilisés, Lysinoalanine.	Matières Grasses: huiles raffinées (palme) – Café – Pain – Biscuits – Pâtisseries – Pomme de terre et végétaux riches en glucides – Poissons – Crustacés – Mollusques – Produits carnes et dérivés – Jus – Bouillons...  Hydrolysats de protéines (acid HVPS) – Sauces diverses – Produits frits – Céréales – Malt et dérivés – Conserves – Café – Bière – Soupes – Plats préparés
Procédés de fermentation	Carbamate d'éthyle (Urethane) Amines biogènes – 3MCPD – Benzène	Pains – Yaourts et produits laitiers fermentés – Fromages – Viandes – Sauces – Choucroute – Boissons alcoolisées et/ou fermentées
Procédés de conservation	Nitrosamines et composés N-Nitroses (NOCS) Semicarbazide (SEM) – Acrylamide Benzène – Chloropropanols Produits résultant de l'irradiation	Poissons – Produits carnés Malt – Produits laitiers séchés Bacon – Fromages Herbes aromatiques Légumes – Fruits
Procédés à base de traitements acides et/ou basiques	Lysinoalanine – D-Aminoacides Chloropropanols (Acid – Hvps)	Concentrés de protéines et isolats produits laitiers chauffés – Poissons – Œufs – Viandes – Maïs cuits – Hydrolysats de protéines végétales
Addition d'additifs et d'auxiliaires de technologie	Benzène Chloropropanols Hydrolysats de protéines végétales Composés organiques halogénés adsorbables (AOX)	Boissons rafraîchissantes sans alcool (BRSA) – Fruits – Aliments et boissons aromatisées – Sauces diverses – Assaisonnements – Plats préparés – Soupes – Snacks - Bouillons

Ce tableau ne prétend pas à l'exhaustivité. Il est donné à titre indicatif et, en aucun cas, n'a de portée réglementaire : chaque entreprise se doit de l'utiliser et de l'adapter en fonction de ses spécificités

## Annexe 3

### Proposition de fiche-type concernant chacun des produits néoformés identifiés dans les aliments au cours des précédés de transformation – Préparation et conservation.

- > HISTORIQUE
- > MÉTHODES ET TECHNIQUES ANALYTIQUES
- > PRÉSENCE ET FRÉQUENCE DANS LES ALIMENTS
- > CONTAMINATION DES ALIMENTS
- > PRINCIPALES VOIES DE FORMATION DANS LES ALIMENTS
- > RISQUES POUR LA SANTÉ
- > POSSIBILITÉS DE RÉDUCTION DE LEUR FORMATION DANS LES ALIMENTS
- > INFORMATIONS ÉMANANT DES INDUSTRIES CONCERNÉES
- > ACQUISITION DE CONNAISSANCES NOUVELLES
- > INFORMATIONS UTILES ET RECOMMANDATIONS ALIMENTAIRES
- > CONTACTS UTILES
- > BIBLIOGRAPHIE – WEBBOGRAPHIE

Sinon voir les liens suivant pour des fiches à jour en 2010:

AFSCA (2009) Risques cancérigènes et/ou génotoxiques dans les denrées alimentaires: *contaminants liés aux processus de transformation* (dossier Sci Com 2007/09bis: auto-saisine) Avis 09-2010 :

Annexe 1 - fiche 1.1. Acrylamide

Annexe 1 - fiche 1.2. Benzène

Annexe 1 - fiche 1.3.a Chloropropanols

Annexe 1 - fiche 1.3.b Esters de chloropropanols

Annexe 1 - fiche 1.3.c Esters de Glycidol

Annexe 1 - fiche 1.4. Carbamate d'éthyle

Annexe 1 - fiche 1.5. Formaldéhyde

Annexe 1 - fiche 1.6. Furane

Annexe 1 - fiche 1.7. AAH

Annexe 1 - fiche 1.8. nitro-HAP

Annexe 1 - fiche 1.9. Nitrosamines

Annexe 1 - fiche 1.10. HAP

Annexe 1 - fiche 1.11. Semicarbazide

Annexe 2 Tableau de synthèse

Annexe 3 Glossaire

Food Drink Europe acryl amide Toolbox 2011

[http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/contaminants/ciaa\\_acrylamide\\_toolbox09.pdf](http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/contaminants/ciaa_acrylamide_toolbox09.pdf)

## Annexe 4

Tableau 1: Exemples de substances néoformées, procédés et aliments associés

Substances néoformées	Processus impliqués	Matrices alimentaires concernées et aliments contaminés
Acroléine	Traitement thermique à haute température	Matières grasses
Acrylamide (AA)	Traitement thermique à haute température (cuisson, rôtissage, friture)	Végétaux riches en glucides comme les pommes de terre. Café, pain, biscuits, pâtisserie.
	Traitement de conservation post-cuisson: Infra Rouge, lumière pulsée, etc.	Végétaux riches en glucides comme les pommes de terre. Café, pain, biscuits, pâtisserie.
Amines aromatiques hétérocycliques (AAH)	Traitement thermique à haute température	Poissons, produits carnés et dérivés (jus, graisse, issus de la viande). Utilisation de barbecues
Carbamate d'éthyle (CE)	Fermentations	Pain, sauce soja, yaourts et autres produits laitiers fermentés, boissons alcoolisées fermentées (bière, vin, alcools forts )
Chloropropanols (3-MCPD)	Traitement thermique à haute température associé à l'utilisation de dérivés chlorés (sel, eau chlorée, acide chlorhydrique, etc.)	Hydrolysats de protéines: produits riches en acid-HVPs tel que le ketjap et autres sauces soja;
	Torréfaction	Céréales, malt et produits dérivés
	Cuisson au grill et toastage	Pain et fromage
Furane	Cuisson et chauffage à haute température (torréfaction, etc.)	Présent dans un large éventail de denrées alimentaires: café, pain, bière, plats préparés, sauces, soupes et en particulier les aliments emballés dans des conserves ou des bocaux
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	Traitements thermiques (cuisson au four ou sur grill, rôtissage, friture)	Matières grasses (huiles, margarine, etc.), céréales et produits à base de céréale (pain, etc.), crustacés et mollusques, poissons et produits carnés fumés, grillés ou rôtis
	Fumage	
Nitrosamine et composés N-nitrosés	Fumage	Poissons et produits carnés
	Séchage	Malt, produits laitiers séchés, herbes aromatiques
	Utilisation de nitrate et/ou nitrite	Produits carnés en particulier le bacon, fromages
	Saumurage et salage	Poissons, charcuteries
	Culture ou conservation en condition humide	En particulier les légumes
Triglycérides oxydés (TGO) et composés polaires	Traitement thermique à haute température telle la friture	Huiles de friture et aliments frits
Chloramines, Chlorométhane (AOX)	Utilisation des biocides oxydants halogénés	Végétaux...

Ce tableau ne prétend pas à l'exhaustivité. Il est donné à titre indicatif et, en aucun cas, n'a de portée réglementaire: chaque entreprise se doit de l'utiliser et de l'adapter en fonction de ses spécificités