

The background of the cover features a warm orange-to-yellow gradient. Overlaid on this are various chemical structures and molecular models. On the left side, there are several skeletal structures, including a benzene ring with an amino group ( $\text{NH}_2$ ) and a nitrogen atom bonded to a hydrogen atom ( $\text{NH}$ ). In the center and right, there are 3D ball-and-stick models of molecules, with atoms represented by spheres and bonds by sticks. The overall aesthetic is scientific and modern.

# Introduction à la toxicologie nutritionnelle

Henri Chavéron

Editions  
TEC  
& DOC

MA 832

# Introduction à la toxicologie nutritionnelle

**Henri Chavéron**

professeur honoraire des universités  
expert judiciaire près la cour d'appel de Paris

25253 1/1



**Editions**  
**TEC**  
**& DOC**  
**LONDRES** **NEW YORK**

**PARIS**  
11, rue Lavoisier  
F 75384 Paris cedex 08

# Table des matières

<b>Avant-propos – Définition de la toxicologie</b> .....	III
--	-----

## Chapitre 1

<b>Différentes formes de toxicité</b> .....	1
1. Déséquilibres nutritionnels .....	1
2. Modifications de l'utilisation digestive des aliments.....	1
3. Toxicité proprement dite .....	1
3.1. Effets toxiques.....	1
3.2. Toxicité directe et indirecte.....	2
3.3. Toxicité aiguë, subaiguë, à long terme.....	3

## Chapitre 2

<b>Mode d'action des toxiques – Toxicocinétique et toxicodynamique</b> .....	5
1. Phase d'exposition au toxique.....	5
2. Phase toxicocinétique.....	6
2.1. Absorption .....	7
2.1.1. Diffusion passive .....	7
2.1.2. Filtration à travers les pores des cellules et des capillaires.....	8
2.1.3. Transport actif.....	8
2.1.4. Endocytose.....	10
2.2. Distribution.....	10
2.3. Métabolisation .....	11
2.3.1. Réactions de détoxification .....	11
2.3.1.1. Hydroxylation.....	12
2.3.1.2. Époxydation.....	12
2.3.1.3. Hydrolyse.....	13
2.3.1.4. N-Déalkylation .....	14
2.3.1.5. O-Déalkylation .....	15
2.3.1.6. Réduction.....	15
2.3.1.7. Conjugaison .....	15
2.4. Excrétion.....	16
2.4.1. Excrétion urinaire.....	16
2.4.2. Excrétion biliaire.....	17

3.	Phase toxicodynamique.....	17
3.1.	Cibles des entités toxicodisponibles.....	17
3.2.	Cytotoxicité spécifique.....	19
3.2.1.	Strychnine.....	19
3.2.2.	Insecticides organophosphorés et carbamates.....	20
3.3.	Cytotoxicité globale.....	20
3.3.1.	Toxicité due au composé lui-même.....	20
3.3.1.1.	Formation de liaisons labiles.....	20
3.3.1.2.	Formation de liaisons irréversibles.....	21
3.3.2.	Toxicité due aux métabolites.....	24
3.3.3.	Toxicité due aux intermédiaires réactifs.....	26
3.3.3.1.	Carbocations (ou ions carbonium).....	26
3.3.3.2.	Nitréniums.....	33
3.3.3.3.	Sulfoniums.....	35
3.3.3.4.	Radicaux libres.....	36

### Chapitre 3

<b>Méthodes expérimentales d'évaluation de la toxicité.....</b>	<b>43</b>	
1.	Toxicité aiguë, subaiguë et à long terme.....	43
1.1.	Toxicité aiguë.....	43
1.2.	Toxicité subaiguë.....	44
1.2.1.	Évolution pondérale.....	45
1.2.2.	Histologie.....	45
1.2.3.	Localisation et répartition du produit et de ses métabolites.....	45
1.2.4.	Toxicité métabolique.....	45
1.2.5.	Tests de sensibilisation et d'accoutumance.....	45
1.2.6.	Effets tératogènes.....	45
1.3.	Toxicité à long terme.....	46
2.	Méthodes rapides de détermination de l'activité mutagénique et cancérogénique.....	47
2.1.	Activité mutagénique – Méthode de Ames.....	47
2.2.	Activité cancérogénique.....	47
2.3.	Interprétation des résultats des tests.....	48
2.3.1.	Dose journalière admissible.....	49
2.3.2.	Toxicité et innocuité.....	49
2.3.3.	Limites des tests toxicologiques.....	49

### Chapitre 4

<b>Molécules toxiques.....</b>	<b>51</b>	
1.	Molécules xénobiotiques.....	51
1.1.	Généralités.....	51
1.2.	Contaminants et polluants.....	55
1.2.1.	Pollution générale de l'atmosphère et de l'eau.....	55
1.2.1.1.	Mercure.....	55
1.2.1.2.	Plomb.....	55
1.2.1.3.	Polychlorobiphényle.....	57
1.2.1.4.	Tétrachlorodibenzo-p-dioxine.....	58
1.2.1.5.	Hydrocarbures aromatiques polycycliques – L'exemple du benzopyrène.....	59
1.2.1.6.	Amines hétérocycliques.....	60

1.3.	Molécules utilisées en agriculture .....	63
1.3.1.	Engrais chimiques .....	63
1.3.1.1.	Impuretés .....	64
1.3.1.2.	Constituants majeurs.....	64
1.3.2.	Pesticides.....	65
1.3.2.1.	Mode d'action biologique des pesticides.....	65
1.3.2.2.	Toxicité des pesticides.....	66
1.3.2.3.	Résidus de pesticides.....	70
1.3.2.4.	Moyens biologiques de lutte contre les insectes.....	77
✕ 1.3.3.	Médicaments .....	80
1.4.	Additifs alimentaires .....	81
1.4.1.	Définition .....	81
1.4.2.	Classification.....	81
1.4.3.	Conservateurs.....	82
1.4.3.1.	Conservateurs antimicrobiens.....	82
1.4.3.2.	Conservateurs antioxygènes .....	91
1.4.4.	Émulsifiants .....	98
1.4.4.1.	Définition .....	98
1.4.4.2.	Nature chimique.....	98
1.4.4.3.	Propriétés physicochimiques – Applications.....	99
1.4.4.4.	Étude particulière des principaux émulsifiants autorisés.....	100
1.4.4.5.	Toxicologie .....	105
1.4.5.	Additifs organoleptiques .....	105
1.4.5.1.	Arômes alimentaires .....	106
1.4.5.2.	Colorants alimentaires .....	113
1.5.	Molécules formées au cours des traitements technologiques ou de la conservation .....	144
1.5.1.	Réactions de brunissement.....	144
1.5.1.1.	Réactions de brunissement non enzymatique.....	144
1.5.1.2.	Réactions de brunissement enzymatique .....	175
1.5.2.	Molécules formées au cours des réactions d'oxydation.....	175
1.5.2.1.	Rancissement des aliments .....	175
1.5.2.2.	Phases de l'oxydation .....	176
1.5.2.3.	Composés formés – Produits de décomposition des hydroperoxydes.....	178
1.5.2.4.	Facteurs influençant l'oxydation des lipides .....	180
1.5.2.5.	Oxydation des lipides en technologie alimentaire.....	181
1.5.2.6.	Méthodes d'évaluation de l'oxydation .....	181
1.5.2.7.	Toxicologie des substances formées au cours de l'oxydation.....	182
2.	Molécules d'origine biologique .....	183
2.1.	Molécules endogènes.....	184
2.1.1.	Molécules toxiques .....	185
2.1.2.	Substances antinutritives.....	187
2.1.2.1.	Substances antiprotéinogénétiques .....	187
2.1.2.2.	Substances antiminéralisantes .....	193
2.1.2.3.	Substances à action antivitaminées .....	201
2.2.	Molécules exogènes.....	202
	<b>Indications bibliographiques.....</b>	<b>205</b>
	<b>Index .....</b>	<b>207</b>

Régulièrement placée sous les feux de l'actualité, la sécurité alimentaire est devenue la principale préoccupation de l'industrie agroalimentaire et des professions de santé. Considérant l'aliment à la fois comme une source et un vecteur de toxiques, la toxicologie nutritionnelle concourt à cet objectif, en associant des disciplines aussi diverses que le génie agroalimentaire, la biochimie ou le droit alimentaire.

La concision avec laquelle la présente **Introduction à la toxicologie nutritionnelle** étudie le couple molécule toxique – aliment repose sur une expérience pédagogique de quinze ans et un souci permanent d'aller à l'essentiel.

Étudiants des IUT et BTS, techniciens et ingénieurs de l'agroalimentaire et professionnels de santé y trouveront l'analyse des mécanismes d'action des toxiques, ainsi que les monographies des principales molécules toxiques.

*Henri Chavéron, professeur honoraire à l'Université de technologie de Compiègne, est également expert judiciaire près la cour d'appel de Paris.*

2-7430-0338-8



9782743003388