



# Bois et industries agroalimentaires

NADIA OULAHAL,  
FLORENCE AVIAT  
Coordonnatrices



**Lavoisier**  
TEC & DOC

## SCIENCES & TECHNIQUES AGROALIMENTAIRES (STAA)

**Directrice de collection :** Marie-Noëlle Bellon-Fontaine, professeur, AgroParisTech (Massy)

**Membres du conseil scientifique :**

Thierry Bénézech, directeur de recherche, INRA (Villeneuve d'Ascq)

Véronique Bosc, maître de conférences, AgroParisTech (Massy)

Pascal Garry, chercheur, Ifremer (Nantes)

Christophe Hermon, directeur régional du pôle Ouest du CTCPA (Nantes)

Jean-Louis Multon, président de la Société scientifique d'hygiène alimentaire (SSHA, Paris)

Murielle Naïtali, maître de conférences, AgroParisTech (Massy)

### Dans la même collection

*Risques chimiques liés aux aliments – Principes et applications*, par V. Camel, G. Rivière, B. Le Bizec (coord.), 2018

*La chaîne de la viande bovine – Production, transformation, valorisation et consommation*, par M.-P. Elliès-Oury, J.-F. Hocquette (coord.), 2018

*Les algues alimentaires : bilan et perspectives*, par J. Fleurence, 2018

*Les 7 fonctions de l'emballage*, par P. Dole (coord.), 2018

*Risques microbiologiques alimentaires*, par M. Naïtali, L. Guillier, F. Dubois-Brissonnet (coord.), 2017

*Conception hygiénique de matériel et nettoyage-désinfection pour une meilleure sécurité en industrie agroalimentaire*, par M.-N. Bellon-Fontaine, T. Bénézech, K. Boutroux, C. Hermon (coord.), 2016

*Traité pratique de droit alimentaire*, par J.-L. Multon, H. Temple, J.-L. Viruéga (coord.), 2013

*La couleur des aliments – De la théorie à la pratique*, par M. Jacquot, P. Fagot, A. Voilley (coord.), 2012

*Science et technologie de l'œuf – Production et qualité, volume 1*, par F. Nau, C. Guérin-Dubiard, F. Baron, J.-L. Thapon<sup>†</sup> (coord.), 2010

*Science et technologie de l'œuf – De l'œuf aux ovoproduits, volume 2*, par F. Nau, C. Guérin-Dubiard, F. Baron, J.-L. Thapon<sup>†</sup> (coord.), 2010

*Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agroalimentaires*, 4<sup>e</sup> ed., par B. de Reynal, J.-L. Multon (coord.), 2009

*Évaluation sensorielle – Manuel méthodologique*, 3<sup>e</sup> ed., par F. Depledt, SSHA (coord.), 2009

*Bactéries lactiques – De la génétique aux ferments*, par G. Corrieu, F.-M. Luquet (coord.), 2008

*Les polyphénols en agroalimentaire*, par P. Sarni-Manchado, V. Cheynier (coord.), 2006

*La spectroscopie infrarouge et ses applications analytiques*, 2<sup>e</sup> ed., par B. Bertrand, E. Dufour (coord.), 2006

*Gestion des problèmes environnementaux dans les industries agroalimentaires*, 2<sup>e</sup> ed., par R. Moletta (coord.), 2006

*Analyse des risques alimentaires*, par M. Feinberg, P. Bertail, J. Tressou, P. Verger (coord.), 2006

Pour plus d'informations sur nos publications :



**SCIENCES & TECHNIQUES**

**AGROALIMENTAIRES**



NADIA OULAHAL

FLORENCE AVIAT

# Bois et industries agroalimentaires

*Photos de couverture :*

*Fromage* : avec l'aimable autorisation de Fromagerie Joseph Paccard SARL, Les Bréviaires, 74230 Manigod

*Saumon* : avec l'aimable autorisation de SAS Martin, 29 route de Champdeniers, 79400 Augé

*Cagettes empilées et cagette de fruits et légumes* : avec l'aimable autorisation de S.I.E.L., 6 rue François 1<sup>er</sup>, 75008 Paris

*Barriques* : Adobe Stock

*Direction éditoriale* : Jean-Marc Bocabeille  
*Édition* : Brigitte Peyrot  
*Composition et couverture* : Patrick Leleux PAO

## LISTE DES AUTEURS

---

### Coordonnatrices

#### **Nadia Oulahal**

Docteur en Génie biologique et médical, Ingénieur Polytech Clermont Ferrand  
Maître de Conférences, Habilitée à Diriger les Recherches, Laboratoire BioDyMIA  
(Bioingénierie et Dynamique Microbienne aux Interfaces Alimentaires), EA 3733,  
Université de Lyon, Bourg en Bresse  
Membre du RMT CHLEAN

#### **Florence Aviat**

Docteur en Sciences – Microbiologie, Fondatrice et Présidente de YouR Research –  
Bio-Scientific, Nantes

### Auteurs

#### **Laurence Bérard**

Ex Chargée de Recherche au CNRS, ex Co-responsable de l'équipe de recherche  
« Anthropologie et politiques de la nature » et Responsable de l'antenne de recherche et  
de documentation « Ressources des terroirs - cultures, usages, sociétés », Bourg-en-Bresse

#### **Cécile Brunet**

Ingénieur, Institut technique Forêt Cellulose Bois et Ameublement

#### **Marie-Christine Chagnon**

Professeur d'Université, UMR 1231 Lipides, Nutrition, Cancer, LNC, AgroSup Dijon

#### **Olivier de Lagausie**

Délégué général, Syndicat des Industries de l'Emballage Léger

#### **Michel Federighi**

Docteur en Microbiologie, Habilité à Diriger des Recherches, Professeur, Laboratoire de  
Sécurité des aliments et microbiologie, Oniris, Nantes

#### **Florence Fricoteaux**

Maître de Conférences, ESIReims (École nationale Supérieure d'Ingénieurs de Reims) –  
Université de Reims Champagne Ardennes, Reims

#### **Christian Gerhards**

Professor of Food Processing and Packaging Technology. Faculty of Life Sciences,  
Albstadt-Sigmaringen University of Applied Sciences, Sigmaringen, Germany

#### **Jean Emmanuel Hermès**

Directeur général de France Bois Forêt, Paris

**Mark Irle**

Professeur, École Supérieure du Bois, Nantes

**Isabelle Le Bayon**

Ingénieur, Institut Technique Forêt Cellulose Bois et Ameublement

**Valérie Michel**

Docteur en Sciences, Responsable du pôle Microbiologie laitière, Actalia, La Roche Sur Foron, Co-animatrice UMT ARMADA

**Mathilde Montibus**

Docteur en Sciences, Institut Technique Forêt Cellulose Bois et Ameublement

**Eric Notz**

Ingénieur, Directeur du Centre Technique des Fromages Comtois (CTFC), Poligny

**Pascal Poupault**

Ingénieur de Recherche et Développement Œnologie, Institut Français de la Vigne et du Vin, Amboise

# SOMMAIRE

---

Préfaces .....	XIII
Liste des sigles, abréviations et acronymes .....	XV
Avant-propos .....	XIX

## Partie 1 BOIS ET CONTACT ALIMENTAIRE

CHAPITRE 1	
<b>Contexte (Cécile BRUNET, Florence AVIAT, Michel FEDERIGHI, Laurence BÉRARD, Nadia OULAHAL) . . .</b>	<b>3</b>
1. Filière emballage bois en France .....	3
2. Marché de l'emballage bois en France (répartition) .....	5
3. Anatomie du bois .....	6
3.1. Généralités : les éléments constituant le xylème .....	6
3.1.1. Tissus de soutien .....	6
3.1.2. Tissus de conduction .....	7
3.1.3. Tissus de réserve .....	8
3.1.4. Plans ligneux des feuillus et des résineux .....	8
3.2. Relations entre éléments d'anatomie et caractéristiques techniques du bois .....	9
3.2.1. Rôle des vaisseaux .....	9
3.2.2. Rôle des rayons .....	9
3.2.3. Rôle des fibres .....	10
3.2.4. Différences de propriétés entre duramen et aubier .....	10
3.2.5. Cernes : bois de printemps/bois d'été (ou bois initial/bois final) .....	10
3.2.6. Observation du grain, de la maillure .....	10
3.2.7. Densité .....	11
3.2.8. Présence de substances organoleptiques .....	11
CHAPITRE 2	
<b>Cadre réglementaire des matériaux au contact des aliments – Cas particulier du bois (Michel FEDERIGHI, Pascal POUPAULT) .....</b>	<b>13</b>
1. Contexte .....	13
2. Cadre réglementaire des MCDA .....	14
2.1. Cadre communautaire .....	14
2.1.1. Règlement (CE) 1935/2004 .....	14
2.1.2. Règlement (CE) 2023/2006 .....	16
2.1.3. Règlement (CE) 178/2002 .....	16
2.2. Cadre national .....	16
2.2.1. Code de la consommation .....	17
2.2.2. Décret n° 2008/1469 .....	17
2.2.3. Notes d'information de la DGCCRF .....	17
2.2.4. Notion de responsabilité en cas de fraude ou falsification .....	18
2.3. Cas particulier du bois .....	18
2.3.1. Arrêté du 15 novembre 1945 .....	18
2.3.2. Note d'information n° 2012-93 : matériaux au contact des denrées alimentaires – Cas du bois .....	18

2.4. Cas particulier d'utilisation du bois au contact alimentaire direct : utilisation des copeaux de bois .....	19
3. Conclusion .....	20

## Partie 2

# MICROBIOLOGIE DU BOIS

### CHAPITRE 3

<b>Microbiologie du bois dans la filière fromage</b> (Nadia OULAHAL, Éric NOTZ, Florence AVIAT, Valérie MICHEL) .....	25
1. Généralités .....	25
2. Place du bois dans la filière lait et fromages .....	26
2.1. Propriétés structurales du bois utilisé en fromagerie .....	29
2.1.1. Porosité .....	29
2.1.2. Hygroscopie .....	29
2.2. Bois et microorganismes .....	32
2.2.1. Contamination naturelle du bois ? .....	32
2.2.2. Écologie microbienne de biofilms à la surface du bois utilisé en fromagerie .....	33
2.2.3. Bois et flores pathogènes .....	37
2.3. Nettoyage des planches d'affinage et impact sur le développement microbien .....	40
2.3.1. Pratiques de nettoyage des planches d'affinage .....	40
2.3.2. Comparaison entre le bois et les autres matériaux selon des paramètres humidité des planches en bois .....	40
2.3.3. Gestion en cas de problèmes sanitaires sur les planches .....	44

### CHAPITRE 4

<b>Méthodes d'extraction de microorganismes à partir du matériau bois</b> (Florence AVIAT, Nadia OULAHAL) .....	47
1. Méthodes non destructives d'extraction des microorganismes .....	48
1.1. Méthode par empreinte .....	48
1.2. Méthode de brossage ou par frottis .....	48
1.3. Écouvillonnage .....	50
2. Méthodes destructives d'extraction des microorganismes .....	50
2.1. Rinçage et immersion .....	50
2.2. Sonication .....	51
2.3. Broyage et rabotage .....	52
2.4. Comparaison du rendement d'extraction des microorganismes pour trois méthodes spécifiques .....	54
3. Conclusion .....	54

### CHAPITRE 5

<b>Microbiologie du bois dans la filière vin</b> (Pascal POUPAULT) .....	57
1. Propriétés mécaniques du bois .....	57
2. Qualité du bois .....	58
3. Bois et oxygène .....	59
4. Bois et flore microbienne .....	61
5. Hygiène des récipients en bois .....	62
5.1. Nettoyage .....	63
5.2. Désinfection chimique .....	65
5.3. Procédure de nettoyage-désinfection .....	67
5.4. Traitements thermiques .....	67

6. Rénovation des récipients vinaires en bois .....	71
7. Conclusion .....	72

## CHAPITRE 6

<b>Microbiologie du bois dans la filière fruits et légumes</b> (Isabelle LE BAYON, Mathilde MONTIBUS, Florence AVIAT) .....	75
1. Objectifs de l'étude EMABOIS .....	76
2. Microorganismes retenus dans le cadre de cette étude .....	76
3. Paramètres étudiés .....	76
3.1. Peuplier .....	76
3.2. Cartographie .....	77
3.3. Résultats de l'étude .....	77
3.3.1. Survie et mortalité des microorganismes sur le bois .....	77
3.3.2. Transfert .....	78

## Partie 3

# CHIMIE DU BOIS

## CHAPITRE 7

<b>Étude des échanges de molécules entre le bois et son contenu</b> (Florence FRICOTEAUX, Pascal POUPAULT, Éric NOTZ, Mark IRLÉ, Marie-Christine CHAGNON) .....	83
1. Généralités .....	83
2. Éléments théoriques .....	84
2.1. Loi de Henry (solubilisation ou partage) .....	84
2.2. Lois de diffusion de Fick .....	85
2.3. Migration in .....	85
2.4. Migration out (sorption) .....	86
2.5. Perméabilité .....	87
2.6. Notion de migration globale et migration spécifique .....	87
3. Facteurs influençant les phénomènes d'échanges de molécules entre un emballage et son contenu .....	88
3.1. Facteurs liés au matériau .....	89
3.2. Facteurs liés à la molécule migrante .....	89
3.3. Facteurs liés à l'aliment au contact .....	90
3.4. Facteurs liés à l'environnement .....	91
3.4.1. Influence de la température .....	91
3.4.2. Influence de l'humidité relative .....	91
3.4.3. Autres facteurs .....	91
4. Méthodes de mesures des échanges de molécules entre le bois et son contenu .....	92
4.1. Méthode de mesure de la migration globale : comparaison avec la mesure du taux d'extractibles .....	92
4.1.1. Problématique .....	92
4.1.2. Mesure du taux d'extractibles .....	92
4.1.3. Mesure de la migration globale appliquée au bois .....	93
4.2. Méthodes de mesure de la migration spécifique .....	94
4.2.1. Problématique .....	94
4.2.2. Méthodes analytiques déployées .....	94
4.3. Études de cas sur le bois .....	95
4.3.1. Cas de recherche de composés dans le vin (dioxines, hydrocarbures aromatiques polycycliques) .....	95
4.3.2. Évaluation du bois au contact alimentaire : proposition de démarche .....	102
4.3.3. Étude de cas sur le bois : filière fromage .....	104

## Partie 4

# IMPACT DU BOIS SUR LES PROPRIÉTÉS SENSORIELLES DES ALIMENTS

### CHAPITRE 8

<b>Place du bois dans les propriétés sensorielles du vin (Pascal POUPAULT) .....</b>	111
1. Analyse des composés volatils responsables des goûts ou des saveurs .....	111
2. Composition du bois – Lien avec le type d'essence .....	112
3. Contribution du fût de chêne et de l'oxygène au profil tannique des vins .....	113
4. Notion de « grain » .....	116
5. Alternatives à la barrique .....	117
6. Conclusion .....	118

### CHAPITRE 9

<b>Place du bois dans les propriétés organoleptiques des produits laitiers (Florence AVIAT, Éric NOTZ) .....</b>	121
1. Bois et affinage du fromage .....	121
1.1. Influence de l'essence de bois sur les qualités organoleptiques .....	121
1.2. Influence du taux d'humidité du bois sur les qualités organoleptiques .....	121
1.2.1. Régulation du taux d'humidité des fromages .....	121
1.2.2. Transfert d'arômes grâce à l'humidité du bois .....	122
2. Autres outils en bois et produits laitiers .....	123
2.1. Cerclage .....	123
2.2. Gerle .....	123
2.3. Chéneaux .....	124
3. Conclusion .....	125

### CHAPITRE 10

<b>Analyse sensorielle de l'emballage bois et autres denrées alimentaires (Florence AVIAT) ...</b>	127
1. Bois et affinage du vinaigre .....	128
2. Bois et processus de fumage .....	129
2.1. Poisson .....	130
2.2. Viande .....	132
3. Conclusion .....	133

## Partie 5

# MATÉRIAU BOIS ET IMPACT ENVIRONNEMENTAL

### CHAPITRE 11

<b>Impact environnemental (Olivier DE LAGAUSIE) .....</b>	137
1. Ressource naturelle renouvelable .....	137
1.1. Matériau renouvelable .....	137
1.2. Forêt mondiale .....	137
1.3. Forêt européenne .....	139
1.4. Forêt française .....	139
1.5. Conclusion .....	140
2. Règlementation européenne et française .....	140
2.1. Un peu d'histoire .....	140
2.2. Focus déchets et hiérarchie des exigences essentielles .....	140
2.3. Focus matériau .....	141

3. Cycle de vie et économie circulaire.....	142
3.1. Cycle de vie et impacts.....	142
3.2. Économie circulaire.....	143

## Partie 6

### TÉMOIGNAGES DES ACTEURS PROFESSIONNELS

#### CHAPITRE 12

<b>Témoignage de fabricants d'emballages en bois</b> (Florence AVIAT, Nadia OULAHAL) .....	147
1. S.A. Martin Emballages – Augé (79).....	147
2. Entreprise Emballages Comas – Jayat (01).....	150
3. Samson Emballages – Plancoët (22).....	152
4. Bois Diffusion – Valanjou (49) .....	153

#### CHAPITRE 13

<b>Témoignage d'utilisateurs du bois</b> (Nadia OULAHAL, Florence AVIAT) .....	155
1. Aspect marketing : Biocoop (44) .....	155
2. Utilisation dans le cadre de l'affinage du fromage : SARL Joseph Paccard (74).....	158
3. Utilisation du bois en meunerie et boulangerie : SCOP Pain Virgule – Landreau (44) ...	160
4. Utilisation du bois dans le secteur fruits et légumes en agriculture biologique : Côteaux Nantais – Vertou (44).....	162
<b>Index</b> .....	165



## PRÉFACES

---

L'Interprofession nationale de la filière Forêt-Bois a été créée le 8 décembre 2004, sous l'égide du ministère de l'Agriculture en charge des Forêts. Depuis, France Bois Forêt cofinance, aux côtés des professionnels de la filière et grâce à la contribution volontaire obligatoire dite « CVO », des actions collectives de promotion et de valorisation de la forêt française à travers les multiples usages du matériau bois : la recherche, le développement et l'innovation, la promotion technique ou générique, l'éducation à l'environnement avec la journée internationale des forêts (ONU, le 21 mars de chaque année), la mobilisation de la ressource forestière française, la mise à disposition de données statistiques afin de permettre aux professionnels de la filière d'apprécier les marchés et de suivre l'offre et la demande.

L'Interprofession nationale agit auprès de ses membres en tant qu'instance de concertation et de décisions pour assurer le dynamisme et la cohérence de ses actions. Depuis 2005, ses accords interprofessionnels successifs tous les trois ans renforcent sa démarche. France Bois Forêt est le reflet d'une filière responsable, qui gère durablement ses forêts, sa matière première, tout en relevant les défis d'aujourd'hui et de demain avec PEFC.

Ainsi, le travail scientifique réalisé et présenté dans cet ouvrage concerne-t-il les multiples atouts du bois et le contact alimentaire, mais c'est avant tout le travail d'une volonté partagée et le rapprochement de plusieurs univers : celui des industriels, des universitaires et des scientifiques au service des consommateurs.

France Bois Forêt a contribué à rapprocher ces univers qui n'ont pas la même échelle de temps, mais sont animés par une détermination exceptionnelle : celle de découvrir et d'apporter les réponses.

**Jean Emmanuel HERMÈS**

Directeur général de France Bois Forêt

“Use of wood in agribusiness”

Wood has been used by mankind ever since. Strong, lightweight, and from renewable resources: a perfect material to build sheds or make tools. Wood floats, that made it possible for man to cross the ocean. Even the pyramids, formidable heritage of the past, could not have been erected without the use of wood, neither the temples of the eastern, nor the cathedrals of the western hemisphere. Even after use wood can be disposed of without any burden to the environment as it can be combusted, releasing only the amount of carbon dioxide which has been taken up during growth. So wood is one of very few materials which can truly be called environmentally-friendly.

Wood has always been useful for food production. Wooden tools are used to stir food while cooking. Cheese ripens on wooden boards, which to date is still the best material for this purpose. No other material has replaced wood in this application. Wine and brandy ages in wooden barrels, sometimes for years, adding special taste to the product. If replaced by stainless steel tanks, chipped wood is added instead. Wooden baskets or boxes have always been used to contain fruit or vegetables. In traditional fishery wooden boxes have been utilized as they are durable, resistant to water, and self-draining.

Very surprisingly, wood has been blamed recently by food inspectors for not being hygienic. In Europe and the U.S. it has practically been banned from kitchens and produc-

tion sites. Except for a few cases plastic materials are supposed to replace wood in contact with food. There has been, however, no scientific proof that plastic materials, even food grade, are by any means more hygienic than wood. On the contrary, there is evidence that wooden surfaces can in fact be cleaned thoroughly and growth of microorganisms is impaired. It was shown that there are many applications where wood can safely be used in food production.

In this book many aspects of wood in contact with food are elucidated. Properties of wood, historical aspects, and examples of the use of wood in various food applications worldwide are covered, also regulatory aspects. Further chapters summarize scientific studies, namely on microbiological and chemical aspects, and deal with marketing and environmental aspects. The last chapter gives testimonials of producers and users of wood in various applications. Thus, this book is most valuable for and can highly be recommended to all that are interested to learn about proper use of wood in agribusiness.

**Dr. Christian GERHARDS**

Professor of Food Processing and Packaging Technology, Faculty of Life Sciences  
Albstadt-Sigmaringen University of Applied Sciences, Sigmaringen, Germany

## LISTE DES SIGLES, ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES

---

ACTIA	Association de coordination technique pour l'industrie agroalimentaire
ADEME	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
AESA	Autorité européenne de sécurité des aliments
AFSSA	Agence française de sécurité sanitaire des aliments, aujourd'hui ANSES
ANSES	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
AOP	Appellation d'origine protégée
Aw	Activité de l'eau
BPF	Bonnes pratiques de fabrication
CAS	<i>Chemical abstract service</i>
CE	Conformité européenne
CIRC	Centre international de recherche sur le cancer
CNAOL	Conseil national des appellations d'origine laitière
CSTEE	<i>Scientific committee on toxicity, ecotoxicity and the environment</i>
CTBA	Centre technique du bois et de l'ameublement
CVO	Contribution volontaire obligatoire
DGCCRF	Direction générale de la concurrence de la consommation et de la répression des fraudes
DJT	Dose journalière tolérable
DMTP	Dose mensuelle tolérable provisoire
EDTA	Éthylènediaminetétraacétique
EFSA	<i>European food safety authority</i>
EH	Potentiel d'oxydoréduction
EN	<i>European norm</i>
ESB	École supérieure du bois de Nantes
ESCO	<i>EFSA scientific cooperation</i>
ESIReims	École supérieure d'ingénieurs de Reims
EVOH	Éthylène vinyle alcool
FCBA	Forêt cellulose bois ameublement (Institut technologique Forêt, Cellulose, Bois de construction et Ameublement)
FDA	<i>Food and drugs administration</i>
FIFO	<i>First in – first out</i>
FSC	<i>Forest stewardship council</i>
GBPF	Guide de bonnes pratiques de fabrication
GBPH	Guide de bonnes pratiques d'hygiène
GC-MS	Chromatographie gazeuse à détection de masse (ou : chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse)
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
hpCDD	1,2,3,4,6,7,8-heptachloro-dibenzo-dioxine
HPLC-Fluo	Chromatographie liquide haute performance avec détection fluorimétrique
HR	Humidité relative
HRGC/HRMS	Chromatographie en phase gazeuse haute résolution couplée à une spectrométrie de masse haute résolution

IFV	Institut français de la vigne et du vin
INAO	Institut national de l'origine et de la qualité
IPCS	<i>International programme on chemical substances</i>
ISO	<i>International organization for standardization</i>
JECFA	<i>Joint FAO/WHO expert committee on food additives</i>
JOCE	Journal officiel des Communautés européennes
JORF	Journal officiel de la République française
LC-DAD	Chromatographie liquide avec détection par photodiodes
LD	Limite de détection
LMG	Limite de migration globale
LMS	Limite de migration spécifique
LQ	Limite de quantification
MA	Malondialdéhyde
MCDA	Matériaux au contact des denrées alimentaires
MS	<i>Mass spectrometry</i>
NBN	Bureau de Normalisation (organisme national belge responsable de la réalisation et publication des normes en Belgique)
ND	Non détection
NF	Norme française
NIMP 15	Normes internationales pour les mesures phytosanitaires 15
NIST	<i>National institute of standards and technology</i>
OCDF	Octachoro-dibenzo-furane
ODG	Organismes de défense et de gestion
OIV	Office international du vin
OMS	Organisation mondiale de la santé
ONU	Organisation des Nations unies
PA	Poly-amides
PCB-DL	Polychloro-biphényles <i>dioxin-like</i>
PCDD	Polychloro-dibenzo dioxines
PCDF	Polychloro-dibenzo furanes
PCP	Pentachlorophénol
PEFC	<i>Program for the endorsement of forest certification</i>
PHAS CP4	Polycarboxylates
PIM	<i>Plastics implementing measures</i>
PVAI	Polyvinyle alcool
SEILA	Syndicat de l'emballage industriel et de la logistique associée
SESSI	Service des études et des statistiques industrielles
SIEL	Syndicat national des industries de l'emballage léger
SPE	Extraction en phase solide
SPME	Micro-extraction en phase solide
SYPAL	Syndicat national des fabricants de palettes en bois
TA	Monomères anthocyanes
TBA	Bromoanisoles
TBARS	Acide 2-thiobarbiturique
TCA	2-4-6-trichloroanisole
TCDD	2,3,7,8-tétra-chloro-dibenzo para-dioxine
TCP	Trichlorophénol

TD	Thermodésorption
TeCA	2-3-4-6-tétrachloroanisole
TEF	Facteur équivalent toxique
TEQ	Quantité équivalent toxique
TMA	Triméthylamine
TPI	Indice de phénol total
TTC	<i>Threshold of toxicological concern</i>
UFC	Unité formant colonie
VC	Viable et cultivable
VNC	Viable non cultivable
v/v	Volume/volume



## AVANT-PROPOS

---

Cet ouvrage propose de présenter la place du bois, matériau hétérogène particulier dans la filière agroalimentaire. En effet, le bois est une ressource naturelle et durable, idéale pour accompagner le secteur agroalimentaire à court, moyen et long termes. Le développement des emballages en bois a suivi l'évolution des matériaux. Contenant de stockage et, dans certains cas, influençant les produits alimentaires, les qualités mécaniques, la stabilité en service, la durabilité naturelle, l'esthétique, l'aptitude à l'usinage, ou encore l'aptitude au traitement sont quelques exemples des propriétés variées recherchées dans l'utilisation du bois.

La première partie du livre présente l'aspect « Bois et contact alimentaire ». Le bois, comme tout autre matériau au contact des aliments, doit répondre au principe d'inertie excepté pour des applications traditionnelles où il est utilisé comme matériau de bonification des caractéristiques organoleptiques ou microbiologiques du produit final, *résultant d'échanges recherchés entre le bois et l'aliment en contact*. Le bois est soumis au règlement européen CE 1935/2004 (CE 1935/2004) dont l'article 3 impose le principe d'inertie chimique. Que ce matériau constitue un emballage ou bien un outil, lorsqu'il est au contact de produits alimentaires, des échanges peuvent se produire. Il est donc important de pouvoir évaluer ces différents types de transferts à deux niveaux : au niveau microbiologique mais également au niveau chimique, qui seront abordés dans les deux parties suivantes.

La deuxième partie du livre, « Microbiologie du bois », décrit à travers des résultats d'études scientifiques les méthodes d'analyses microbiologiques de ce matériau. Le volet microbiologique est illustré pour trois secteurs : la filière fromage, la filière viticole et la filière fruits et légumes.

La troisième partie, « Chimie du bois », aborde à travers des résultats d'études scientifiques le volet chimie : échanges de molécules entre le bois et son contenu. La migration *in* (appelée aussi simplement migration), la migration *out* (appelée aussi sorption), la perméation (appelée aussi perméabilité) sont présentées. Concernant un matériau constituant un objet destiné au contact alimentaire, seules les migrations *in* et *out* sont observées.

La quatrième partie, « Impact du bois dans les propriétés sensorielles des aliments », est structurée en trois points : un premier avec la filière viticole utilisant le bois comme outil technologique pour améliorer les propriétés sensorielles, les analyses des composés volatils responsables de goûts ou de saveurs en lien avec le type d'essence. La qualité et l'origine du bois sont des paramètres importants dans la réussite de l'élevage. Le deuxième point concerne la filière produits laitiers avec les analyses de composés volatils responsables de textures, de goûts ou de saveurs en lien avec le type d'essence utilisé lors des différentes étapes de l'élaboration et/ou d'affinage du produit. Un dernier point concerne l'impact du bois dans les propriétés organoleptiques de denrées alimentaires comme : la place du bois dans l'affinage du vinaigre, la place du bois dans le processus de fumage (du poisson et de la viande).

Une cinquième partie présente le matériau bois et l'impact environnemental. Le matériau bois est une ressource naturelle renouvelable qui permet de répondre aux critères de l'économie circulaire : réduire (écoconception), récupérer, réutiliser, recycler les productions en créant des « boucles » de valorisation positives. L'emballage bois représente un exemple pour une pédagogie de l'économie circulaire.

Nous avons voulu apporter dans la dernière partie des témoignages, d'une part d'entreprises fabriquant des emballages en bois pour le secteur agroalimentaire, et d'autre part d'entreprises qui ont donné la place au matériau bois dans leur secteur d'activité agroalimentaire. Dans les deux cas, il s'agit d'apporter une vision de l'image du bois pour ce secteur, ces contraintes à le travailler mais également montrer ces atouts qui seront un plus pour le consommateur.

**Nadia Oulahal et Florence Aviat**



**La collection Sciences & Techniques AgroAlimentaires** accompagne tous les acteurs de l'agroalimentaire afin de leur apporter les connaissances et savoir-faire indispensables à leur pratique professionnelle. Elle fait appel à de nombreux experts pour proposer des ouvrages de référence et des guides pratiques centrés sur les grandes filières et les principaux domaines de recherche de l'agroalimentaire. Chaque ouvrage offre une synthèse complète d'un sujet présentant les dernières innovations et est illustré de nombreux exemples et cas pratiques.

Le bois est une ressource naturelle et durable, idéale pour accompagner le secteur agroalimentaire à court, moyen et long termes. Le développement des emballages en bois a suivi l'évolution des matériaux. Contenant de stockage et, dans certains cas, améliorant les produits alimentaires, les qualités mécaniques, la stabilité en service, la durabilité naturelle, l'esthétique, l'aptitude à l'usinage, sont quelques exemples des propriétés variées recherchées dans le bois.

**Bois et industries agroalimentaires** présente la place du bois, matériau hétérogène particulier, dans la filière agroalimentaire. Il rapproche ainsi plusieurs univers : celui des industriels, des universitaires et des scientifiques au service des consommateurs.

Structuré en six parties, l'ouvrage aborde les thématiques suivantes :

- Contact alimentaire
- Microbiologie
- Chimie
- Impact sur les propriétés sensorielles des aliments
- Impact environnemental
- Témoignages des acteurs professionnels

L'ouvrage est destiné aux ingénieurs et responsables des services de Recherche et Développement des industries agroalimentaires, aux responsables hygiène et qualité du secteur agroalimentaire, aux producteurs et distributeurs, ainsi qu'aux étudiants et enseignants des filières qualité, marketing et production en agriculture.

**NADIA OULAHAL** est docteur en Génie biologique et médical, ingénieur Polytech Clermont-Ferrand, maître de conférences, habilitée à diriger des recherches, Laboratoire BioDyMIA (Bioingénierie et Dynamique Microbienne aux Interfaces Alimentaires) à l'université de Lyon.

**FLORENCE AVIAT** est docteur en Sciences – Microbiologie, fondatrice et présidente de YouR Research – Bio-Scientific, Nantes.

Elles ont coordonné le travail d'une équipe d'auteurs composée d'éminents spécialistes de la filière bois et du secteur agroalimentaire.

