



COMPAGNIE  
NATIONALE  
DES EXPERTS  
JUDICIAIRES  
DE LA CHIMIE

# CHIMIE & COMPAGNIES

N°15 - JUIN 2023

RECUEIL TECHNICO-JURIDIQUE DES EXPERTS CHIMISTES AU SERVICE DES ANALYSES EXPERTALES MULTISECTORIELLES

## ÉDITO

Chers lecteurs de Chimie & Compagnies,  
Il est difficile de ne pas être préoccupé par l'urgence climatique qui prévaut actuellement dans le monde. Cette situation pousse les industriels de tous les domaines à réfléchir à de nouvelles stratégies pour réduire au maximum les impacts environnementaux. C'est dans cette optique que la Commission européenne a adopté une série de propositions législatives en juillet 2021 pour atteindre la neutralité climatique dans l'UE d'ici 2050. Les métiers de la chimie sont directement concernés par ces changements. Des pratiques innovantes sont mises en place, telles que le développement de nouveaux solvants verts pour remplacer les solvants toxiques pour les travailleurs et l'environnement. La chimie est également présente dans de nombreux autres secteurs, ce qui pose de nouveaux enjeux environnementaux. Les défis technologiques à relever sont nombreux, et les laboratoires d'analyses sont amenés à analyser de nouvelles matrices et à doser de nouveaux contaminants. L'utilisation d'insectes dans le secteur alimentaire est un exemple de l'innovation en cours. Les insectes constituent une source de protéines renouvelables avec un impact environnemental moindre que la production de viande. Cependant, leur utilisation soulève des questions éthiques, de production, de santé et de contamination, ce qui nécessite une analyse plus approfondie. Enfin, le secteur de l'emballage est également en pleine mutation. Les plastiques traditionnels ont un impact important sur l'environnement, et les bioplastiques composés principalement de matières végétales sont une alternative prometteuse. Cependant, leur production peut avoir des effets négatifs sur les écosystèmes locaux, ce qui nécessite une approche réfléchie pour trouver le meilleur compromis. Ces enjeux technologiques poussent les métiers de la chimie à être en constante évolution. Il est important pour tous les acteurs de se tenir informés des dernières avancées et des pratiques durables pour continuer à développer des compétences et répondre aux nouveaux défis liés au développement durable et la « neutralité carbone ». En cette période de changements, il est crucial de valoriser la science et les scientifiques.

Restons informés, restons curieux et faisons avancer la science pour un avenir plus durable.

Dr Stéphane PIRNAY – Président CNEJC – SGA UCECAP

## SOMMAIRE

### LES NEWS

- P2.** Retour sur...
- P4.** Paroles de présidente - Lizete Cypel
- P5.** L'actualité de la compagnie
- P6.** 2 Membres de la CNEJC - Marie-José Epaula et Stéphane Pirnay

### JUSTICE & ORGANISATION

- P8.** La trace de l'expertise chimique des produits de consommation
- P11.** Délais d'action en garantie des vices cachés : vers la fin de partie?

### SCIENCES & TECHNIQUES

- P14.** Fiche technique d'analyse
- P15.** Mieux connaître les polymères
- P19.** Le complément alimentaire, une denrée réglementée et surveillée

### COMITÉ DE RÉDACTION

Alexandre Fleurentin, alexandre.fleurentin@metallocorner.fr -  
Stéphane Pirnay, expertoxca@gmail.com - Jean Pédelaborde, jean.pedelaborde@gmail.com - Simon Choumer, choumer@9online.fr

Toutes les informations compilées dans ce recueil sont fournies à titre informatif et n'engagent en aucun cas pénalement et civilement la Compagnie Nationale des Experts Judiciaires de la Chimie ainsi que les membres du comité de rédaction.

## RETOUR SUR ... L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Une conférence sur l'intelligence artificielle (IA) s'est déroulée le 8 février 2023 à la Maison de la Chimie. Il s'agissait de présenter cette révolution industrielle qui ouvre de nombreuses possibilités en chimie.

Les approches exploitant l'énorme potentiel de l'IA sont de plus en plus utilisées par les chimistes dans leurs travaux de recherches, qu'il s'agisse de guider la synthèse chimique, d'optimiser les paramètres d'une expérience ou encore d'accélérer la découverte de médicaments.

L'IA s'est surtout développée dès l'année 1997. Les dates-clés les plus connues sont :

- 1997 : Deep blue bat Kasparov aux échecs
- 2011 : Watson gagne à jeopardy (jeu de télévision américain)
- 2016 : Alphago bat Lee Sedol (champion au jeu de go)
- 2022 : le Chat GPT ouvre la voie à l'IA à la portée de tous sur le web

L'IA permet notamment de trouver de nouvelles molécules et leurs propriétés. Ainsi, de nouveaux médicaments peuvent être rapidement exploités.

Par exemple, l'Halicine a été découvert de cette manière. Il s'agit d'un nouvel antibiotique particulièrement efficace contre les E-coli qui a la particularité

d'avoir une très faible toxicité secondaire.

Avant l'IA, il fallait environ quinze ans pour trouver et adapter une nouvelle molécule utilisable ; maintenant, grâce à l'IA, ce délai est passé à un an, en particulier avec l'aide de la sérendipité voulue ou provoquée (observation intelligente).

Voici deux exemples de sérendipité aléatoire : la taxine (taxotère) qui est un anticancéreux, et l'acétaminophène (paracétamol) qui est un antalgique courant.

Dans le domaine de la cosmétique, l'IA est de plus en plus utilisée pour :

- analyser la peau et prévoir son vieillissement
- concevoir des formulations de maquillage
- réaliser des parfums originaux

Dans l'industrie, l'IA permet d'étudier rapidement les possibilités d'atteindre la neutralité carbone par l'étude accélérée de nouvelles énergies (éolienne, hydrogène, biomasse, solaire).

De même, dans le domaine des brevets, des robots spécifiques sont capables de lire et d'en analyser de nombreux pour permettre de concevoir de nouveaux produits originaux.

Simon CHOUMER, Vice-Président  
Expert judiciaire en génie chimique

## RETOUR SUR ... FRAUDES ET MALVERSATIONS

Ce colloque s'est tenu le jeudi 20 avril à la Maison de la Chimie .

Les fraudes et malversations des produits sont répandues dans de nombreux domaines occasionnant, pour les producteurs, des pertes considérables et peuvent présenter des dangers pour la santé des consommateurs. On estime à 500 milliards de \$ (2,5 % des importations mondiales) les fraudes sur les vêtements, les montres, ordinateurs, médicaments, jeux et pièces détachées, principalement en provenance d'Asie, d'Inde et même de Pologne pour les pièces de rechange automobile. La fraude aux médicaments (contrefaçon ou falsification) a représenté en 2015 environ 500 tonnes de faux médicaments pour un total de 200 à 400 milliards de \$.

L'Afrique est le continent le plus touché. Les contrefaçons les plus importantes portent sur :

- antibiotiques,
- antipalludiques,
- antihistaminiques,
- et...Viagra.

La Chine est l'un des pourvoyeurs les plus importants de faux antibiotiques.

Ce trafic (sous contrôle des mafias) est plus lucratif que celui de la drogue.

Le nombre de morts liés aux falsifications de médicaments est estimé à 120 000, principalement en Afrique où leurs contrôles n'est guère rigoureux.

En ce qui concerne les produits de la parfumerie, les fraudes portent sur :

- l'adultération,
- la substitution des matières premières,
- les copies.

Ceci représente un manque à gagner de près de 10 milliards de \$/an.

Heureusement, les chimistes sont là !

En effet, les techniques de détection des fraudes font appels à la chimie analytique, à la RMN et même à des traceurs moléculaires.

Simon CHOUMER V.P.  
Expert de Justice en Génie Chimique

# PAROLES DE PRÉSIDENTE

Lizete CYPEL, présidente de la compagnie des traducteurs et interprètes, membre du bureau de l'UCECAP, conseillère du Président



Le rôle de l'interprète expert de Justice est capital : sans lui, des personnes qui ne parlent pas la même langue, ne peuvent pas communiquer ni se comprendre. Le rôle de l'interprète est de permettre la compréhension.

Dans le ressort de la Cour d'Appel de Paris, les interprètes ainsi que les traducteurs, experts de

Justice sont réunis au sein de la « Compagnie des Experts Traducteurs et Interprètes en Exercice près la Cour d'Appel de Paris » - (CETIECAP) qui a déjà fêté ses 100 ans. Les membres de la CETIECAP sont tous bilingues voire trilingues.

Les missions confiées aux ETI sont multiples : ils assistent principalement les policiers, les magistrats ainsi que les experts, toute spécialités confondues, notamment les experts chimistes lorsqu'une langue étrangère s'invite à la procédure (partie, expert, témoin (...)) non francophone, document rédigé dans une autre langue que le français...). Lors de son intervention, l'interprète expert doit-il être fidèle ? Que cela signifie-t-il ? Est-ce être littéral ? Non, car il est impossible d'être « littéral ».

L'exercice utile pour un interprète est un exercice technique qui veut dire tout d'abord « interpréter ». Il interprète le sens et le restitue dans la langue d'arrivée par des propos qui sont connus permettant la compréhension. Il s'agit d'une opération « traduisante » qui comporte deux volets : tout d'abord « comprendre » et ensuite

« dire ».

« Se comprendre » signifie déverbaliser les mots, déverbaliser le propos, c'est-à-dire quitter les mots pour tout d'abord intégrer le sens en soi-même.

Ces deux phases nécessitent, pour le traducteur à l'écrit et pour l'interprète à l'oral, la possession d'un certain savoir. L'interprète doit être parfaitement compétent, aussi bien dans la langue qu'il traduit que dans la langue pour laquelle il va traduire après ou interpréter.

Quel enjeu alors, quand s'ajoute à la compétence linguistique des notions scientifiques ? L'ETI doit-il comprendre les notions scientifiques qu'il restitue dans une autre langue ? Cette mise en abyme, ou expertise dans l'expertise, exige d'abord une coordination des experts.

L'obligation de l'interprète est de se faire comprendre, quel que soit le sujet traité. Pour ce faire, l'expert chimiste lorsqu'il intervient avec un traducteur ou un interprète, doit échanger au préalable avec lui, transmettre et dans la mesure du possible expliquer le sujet et fournir les documents ou les sources documentaires nécessaires à la bonne préparation de la terminologie. L'échange d'information et le dialogue constant au cours de l'expertise dans l'expertise sont donc essentiels aux deux experts. La CETIECAP organise régulièrement des formations destinées à ses membres. Régulièrement elle fait appel à des techniciens de toute spécialité ce qui permet aux interprètes d'acquérir un vocabulaire technique approfondi et de savoir où chercher et auprès de qui s'adresser.

En conclusion, l'interprète est impartial et discret et j'ajouterais que la plus grande qualité d'un interprète est d'être à l'écoute de son client, d'être courageux. Il doit avoir le courage de dire le cas échéant : « Je ne sais pas ». À lui de procéder aux recherches nécessaires pour bien traduire.

# L'ACTUALITÉ DE NOTRE COMPAGNIE

L'année a démarré sur les chapeaux de roue avec notre première matinale de 2023 dès le 23 janvier. Nous poursuivons l'organisation de nos matinales à la fois en présentiel dans une salle au sein des locaux de la Société Chimique de France (merci à notre confrère Mongi Sakly pour la réservation) et en visio pour nos confrères de province pour lesquels il est plus difficile d'être présent (merci à notre consœur Violaine de Villemereuil de s'assurer de la bonne tenue technique des matinales). À cette occasion, nous avons pu participer à deux présentations. Une première présentation à portée judiciaire a été assurée par Yves Blaclard ancien juge au Tribunal de Commerce de Bobigny sur « l'avenir de l'expertise judiciaire et la médiation vu par un juge au Tribunal de Commerce ».

La deuxième nous a permis de mieux connaître « la chimie de corrosion des bétons », au travers de l'expérience de notre confrère, le Dr. Xavier Hallopeau.

La deuxième matinale de l'année s'est déroulée dans les mêmes conditions (présentiel et visio) le 17 avril dernier. Contrairement à la première, elle n'était ouverte qu'aux membres de notre compagnie et avait pour thématique « Déontologie et Probité ». Présentée par l'expérimenté confrère, Simon Choumer, elle a été suivie d'un tour de table, chaque confrère faisant part de son expérience sur le sujet.

À la suite de ces deux matinales se sont tenus des Conseils d'Administration, eux-mêmes suivis par un

déjeuner auquel étaient conviés les membres de notre compagnie qui le souhaitaient. C'est un moyen de passer un moment convivial et d'apprendre à mieux se connaître et à intégrer les nouveaux membres.

La prochaine matinale et le Conseil d'Administration, qui y fait suite, auront lieu le 13 octobre 2023 autour de la thématique de la contrefaçon. L'intervenant principal notamment sera M. Frédéric SALTRON Adjoint au chef de service du SCL – DGCCRF / DGDDI sur le sujet : « Stratégies analytiques de contrôle officiel des produits alimentaires et non alimentaires ».

Comme tous les ans, notre Assemblée Générale Ordinaire s'est déroulée le 5 juin à la Maison des Polytechniciens. Elle s'est déroulée en deux parties : une première partie administrative avec la présentation des actions menées tout au long de l'année écoulée, la présentation des comptes et l'élection des nouveaux membres au CA. Les échanges sont toujours aussi sérieux et constructifs. Elle a été suivie par trois présentations : « L'importance et les enjeux du rapport de l'expert au service du magistrat », « Le droit de la preuve » par Raphaël Corizzi, enquêteur privé et enfin « De la moustiquaire, à l'impression 3D – Les polymères sont partout » par Benoît Piro, expert judiciaire, membre de la CNEJC. Ce colloque a été suivi d'un apéritif auquel tous les participants étaient conviés, puis d'un dîner.

## 2 MEMBRES DE LA CNEJC

### MARIE-JOSÉ EPAULE

40 ans d'expérience et d'enseignement dans le secteur de la cosmétique, de la pharmacie et de l'agro-alimentaire, m'ont conduit à l'expertise judiciaire en Agro-alimentaire et Procédés de fabrication industrielle auprès de la Cours d'Appel d'Angers.

Mon DUT en poche, je décidais, parallèlement à mon activité professionnelle, de suivre une formation en mathématiques à Paris XIII ainsi que le DEA de biologie cutanée & cosmétologie à la Faculté de pharmacie de Chatenay. En 1995, j'obtenais un diplôme d'ingénieur CNAM en biologie industrielle et agro-alimentaire. Plus tard, je complétais mon cursus à la CCI d'Angers pour devenir qualicienne de niveau II. Reconnue expert scientifique, je recevais mon agrément CIR en 2009 et CII en 2016.

Je réalise de nombreux audits qualité et mets en place des Systèmes de Management de la Qualité pour l'industrie chimique, pharmaceutique, cosmétique et agro-alimentaire, en travaillant avec les autorités de contrôle.

Actrice de la cosmétique depuis 1984, je participe à la construction et la revue d'outils et de référentiels Qualité pour garantir la sécurité sanitaire. De même, je collabore aux filières d'enseignement de la biologie, biochimie, pharmacologique et cosmétologie.

En 1993, j'ai enrichi l'expertise de l'innocuité des produits cosmétiques en étant détachée du Groupe Yves-Rocher pour réaliser ma Thèse d'ingénieur CNAM sur l'étude Pharmaco-toxicologique de formulations cosmétiques sur épiderme reconstruit à l'interface air-liquide.

En Février 2009, je créais ma société ORNATUM Cosmétique. Ma stratégie repose sur une démarche de R&D et de mutualisation des ressources avec l'industrie pour élargir les possibilités.

L'expertise de ma société concerne l'innovation que ce soit l'élaboration de formules, le développement de substitut de matières premières synthétiques par des ingrédients issus du monde végétal dans le respect des obligations réglementaires.

La valorisation des coproduits et des excédents végétaux est, en effet, une priorité pour moi avec la recherche de nouvelles applications. Ainsi j'ai déposé un Brevet n° FR3087091 : Procédé de fractionnement enzymatique de graines de chanvre.



## 2 MEMBRES DE LA CNEJC

### STEPHANE PIRNAY

Président de notre Compagnie : la Compagnie nationale des experts judiciaires de la Chimie (CNEJC), Cofondateur et co-rédacteur en chef de notre revue Chimie & Compagnies, Secrétaire général adjoint de l'UCECAP, et Président de la société EXPERTO.

Le Dr Stéphane Pirnay est pharmacien biologiste, Docteur ès sciences de Toxicologie, ERT, Lauréat de l'Académie nationale de Pharmacie, Lauréat de l'Université René Descartes Paris V, Chevalier de l'Ordre national du mérite agricole, Responsable d'enseignements à l'Université Paris Cité et Paris Saclay en Toxicologie, Ancien Chercheur scientifique au NIH, USA, Expert de Justice toxicologue près la Cour d'Appel de Paris et près les Cours administratives d'Appel de Paris et de Versailles.

Après 5 ans au sein de la Police scientifique à Paris et 2 ans aux USA au ministère de la Santé (NIH NIDA), Il est depuis 2010 président de la société EXPERTO qu'il a fondée cette année-là, société indépendante prestataire de services pour accompagner les industries dans leurs démarches de certifications toxicologiques et écotoxicologiques, tests analytiques, microbiologiques et essais de formulation, audits, et dossiers réglementaires. La société gère directement un laboratoire d'analyses industrielles et un cabinet



d'expertises toxicologiques et réglementaires, d'études et de certifications des produits de grande consommation, produits chimiques, drogues, matrices biologiques... Grâce aux relations étroites qu'elle entretient au sein des Universités (École Polytechnique, Université Paris V, Paris XI...), des Écoles privées d'Ingénierie (EBI, ISIPCA, Lycée Pierre Gilles-de-Genne...) et de la Commission Européenne, à Bruxelles, EXPERTO peut intégrer dans sa réflexion et

ses actions les plus récentes avancées technologiques et législatives. Sont ainsi menés en interne ou en collaboration avec des Universités, plusieurs axes de recherche, notamment sur des problématiques du challenge test, de la formulation 'bio', de la stabilité (PAO, DLUO), de l'interaction packaging (contenu/contenant)... et sur de nouvelles mises au point de dosage de substances. La société offre également des prestations d'assurance qualité pour les metteurs sur le marché tant matières premières que produits finis : missions d'accompagnement, d'audit de BPF, contrôle de lots... Le spectre clientèle d'EXPERTO regroupe à la fois les leaders du marché et les plus petites structures de secteurs

comme la Cosmétique, les industries de l'agro-alimentaire, de l'environnement (analyses des COV, métaux, pesticides...), matrices biologiques, Pharmacie, et de la Chimie. La compétence technique mais aussi le souci permanent de rester à l'écoute du client et de s'adapter à ses besoins sont particulièrement appréciés par ces partenaires.

# LA PROBLÉMATIQUE DE LA TRACE DANS L'EXPERTISE CHIMIQUE DES PRODUITS DE CONSOMMATION

Gilles Boin, avocat associé, Qolumn

*Cet article s'inspire de l'intervention réalisée conjointement avec le Dr Stéphane Pimay au colloque de l'Union des Compagnies d'Experts Près la Cour d'Appel de Paris (UCECAP) sur le thème « La preuve par l'expertise » qui s'est tenu à la Cour d'appel de Paris le 15 décembre 2022.*

La problématique de la présence résiduelle de traces de produits chimiques dans les produits de consommation est en pleine explosion (aliments, emballages, cosmétiques, jouets, articles de puériculture, etc.).

Cette tendance peut s'expliquer de la manière suivante. La première est le progrès scientifique : les laboratoires développent des méthodes d'analyses de plus en plus sensibles et précises. On voit « plus petit », donc on voit plus de traces.

La seconde est qu'il existe des attentes sociétales fortes sur la qualité et la sécurité des produits de consommation, notamment ceux pouvant impacter le développement des enfants (qu'ils y soient exposés directement ou indirectement, par exemple par la consommation ou l'utilisation de ces produits par la mère pendant la grossesse).

La troisième est l'adoption de réglementations par les autorités européennes et/ou nationales afin de limiter ou de bannir la présence de certaines substances chimiques indésirables dans les produits. Par exemple l'interdiction du bisphénol A dans les emballages alimentaires ou l'interdiction des huiles minérales d'hydrocarbures dans les prospectus, les journaux et sur les emballages alimentaires. Au niveau européen, ces évolutions réglementaires s'inscrivent dans le cadre de la « Stratégie durable dans le domaine des produits chimiques (pour un environnement

de l'UE exempt de substances toxiques) » ayant débouché récemment, par exemple, sur la révision du règlement sur les contaminants dans les denrées alimentaires. D'autres actions, comme la lutte contre les PFAS sont en cours de discussion.

La quatrième raison touche à la problématique de la gestion des « substances vestiges ». Il s'agit de substances chimiques qui ne sont pas ou plus autorisées en Europe, mais qui sont toujours présentes dans l'environnement ou dans les « viviers » de matières premières destinées au recyclage (ex : emballages plastiques anciens ou provenant d'autres pays n'interdisant pas lesdites substances). Le fait d'interdire une substance chimique ne la fait pas disparaître de l'environnement du jour au lendemain. Aujourd'hui, la trace ne fait pas encore l'objet d'un contentieux judiciaire à hauteur de sa problématique opérationnelle. Elle donne lieu à de nombreux retraits et rappels mais, en proportion, il existe encore peu de contentieux (ou alors ces contentieux sont résolus par le biais de transactions, auquel cas leur solution n'est pas publique, ce qui pourrait se justifier par la sensibilité médiatique du sujet).

La crise de l'oxyde d'éthylène (ETO) illustre ce constat. La présence de ce résidu de pesticide dans des denrées alimentaires a donné lieu à 18 000 rappels en France. Au niveau européen, les chiffres sont nettement supérieurs. Des contentieux ont commencé à apparaître deux ans après le début de la crise. Des juridictions allemandes, par exemple, se sont prononcées sur la distinction entre le traitement juridique que les autorités auraient dû faire entre la présence d'ETO et les traces de 2-chloroéthanol.



## JUSTICE ET ORGANISATION

Selon ces juridictions, la présence de traces de 2-chloroéthanol aurait dû être traitée au titre du principe de précaution et non au titre du principe de l'interdiction des substances dangereuses dans les denrées alimentaires, ce qui aurait nécessité des mesures transitoires réévaluées à intervalle régulier avec l'obligation pour les autorités de participer à la clarification du doute existant sur la dangerosité liée à la présence de ces traces.

A ses débuts, cette crise a aussi donné lieu à de nombreux questionnements sur la réalisation des analyses et leur interprétation. Les mêmes questions se poseront à l'occasion de tout litige lié à la présence de traces d'une substance « oubliée » (que les laboratoires n'analysent plus régulièrement) ou nouvellement placée sous le feu des projecteurs (pour laquelle il n'y a pas encore de consensus sur la méthode d'analyse).

Dans le cadre de l'expertise judiciaire ou privée, plusieurs points semblent devoir être traités pour que l'expert aide les juges et les avocats à comprendre ce que signifie la présence de traces d'une substance X ou Y de façon à être capables de l'utiliser dans leurs écrits (conclusions, décisions).

Le premier point consistera à expliquer, le cas échéant, la différence entre une limite de quantification (LOQ) et une limite de détection (LOD). Dans le cadre des premières affaires pénales concernant les fleurs de CBD, par exemple, les rapports d'analyse du Service Commun des Laboratoires (SCL) ou de l'Institut National de la Police Scientifique (INPS) portaient sur la détection du THC, mais pas sur sa quantification. Or, dans la mesure où la réglementation fixait un seuil de 0,2 % de THC dans la plante, la quantification était une question juridique cruciale. Des relaxes ont ainsi été prononcées pour défaut d'élément matériel (THC détecté mais pas quantifié).

Le deuxième point concerne le lien entre la méthode d'analyse et la matrice sur laquelle elle est appliquée. Certains laboratoires savent réaliser les analyses sur certaines matrices mais n'ont pas nécessairement la compétence idoine pour l'appliquer au produit concerné par le litige (ce qui peut impacter le résultat et son interprétation). Il

serait intéressant que l'expert puisse aussi se prononcer sur ce point. Si le litige concerne la présence d'allergènes, par exemple, la question de la matrice est essentielle. Les laboratoires qui peuvent analyser les allergènes sur les produits à base de céréales, ne sont pas forcément compétents pour la matrice « boissons alcoolisées » (ex : si l'on recherche des traces d'œuf ou de poisson résultant du collage des vins). Que l'expert puisse expliquer et se prononcer sur la compétence des laboratoires serait un avantage indéniable.

Le troisième point concerne l'existence, ou non, d'un consensus sur la méthode d'analyse. Des réglementations sont votées ou des positions sont prises sur la teneur limite à ne pas dépasser pour certaines substances, sans que le débat analytique ne soit tranché. L'arrêté du 13 avril 2022 sur les huiles minérales d'hydrocarbures dans des emballages en donne un bon exemple puisqu'il fixe un seuil mais n'indique pas la méthode à appliquer. Lors de la consultation publique sur ce texte, de nombreux opérateurs ont posé des questions qui nous semblent pertinentes : si un contrôle analytique est attendu, quels procédés analytiques et quelles méthodes d'échantillonnage devront être utilisés pour vérifier le respect du texte ? Quelle sensibilité minimale est attendue ? Dans l'idéal, il faudrait qu'une méthode d'analyse fiable, harmonisée et compatible avec les seuils de l'arrêté soit définie et disponible. Idéalement, la force probante juridique d'une analyse dépend de l'accréditation du laboratoire et de l'utilisation d'une méthode officielle. En leur absence, l'expert devrait donc pouvoir éclairer les juges et les avocats sur la pertinence du choix analytique effectué dans le litige.

Concernant l'interprétation du résultat, l'expert pourra apporter deux éclairages importants.

Tout d'abord, sur l'origine de la trace. S'agit-il de traces involontaires et techniquement inévitables ? S'agit-il d'un manquement aux bonnes pratiques de fabrication ? La réglementation peut être assez subtile : elle ne régit pas toutes les traces de la même manière. Dans le cas du bisphénol A, par exemple, le texte suspend la mise sur le marché des emballages qui comportent du bisphénol

**JUSTICE ET ORGANISATION**

A, mais ne fixe aucun seuil. La DGCCRF, sous réserve de l'appréciation des tribunaux, l'a fixé à 2 mg/kg. Selon l'administration, ce seuil a été retenu car il correspond aux bonnes pratiques de fabrication. Pour les huiles minérales, en revanche, un seuil est clairement fixé : « Jusqu'au 31 décembre 2024, l'interdiction d'utiliser des huiles minérales s'applique lorsque la concentration en masse dans l'encre des hydrocarbures aromatiques d'huile minérale (MOAH) est supérieure à 1 % ». Le seuil est fixé sur l'encre. Mais si l'analyse porte sur l'emballage, et non directement sur l'encre, et que l'on détecte des huiles minérales, comment établir s'il s'agit d'un non-respect de la réglementation ou d'un cas fortuit ? L'expert pourra donner des pistes, mais la réponse (à supposer qu'elle puisse être donnée) résultera plus certainement du travail d'analyse documentaire des conditions de production.

Enfin, et c'est peut-être la problématique la plus importante de l'expertise chimique : quel est l'impact de la trace sur la santé ? La trace rend-elle le produit dangereux ou non ? Quel est l'effet toxicologique de la trace ? Une analyse de risque est-elle possible ? Quelles sont les populations exposées ? Les crises sanitaires à répétition montrent que les autorités et la société civile ont tendance à évoluer vers une approche « zéro tolérance » de la trace avec des seuils fixés à la LOD/LOQ. Plus la limite baisse, plus il semble important d'éclairer les juges et les avocats sur la différence entre le risque et le danger.



# DÉLAIS D'ACTION EN GARANTIE DES VICES CACHÉS : VERS LA FIN DE PARTIE?

Virginie Reynès, Avocate au Barreau de Paris, associée du cabinet Qualiens

Le 16 juin prochain, la chambre mixte de la Cour de cassation se prononcera sur les délais applicables aux actions en garantie des vices cachés. Et c'est peu dire que les praticiens attendent ces décisions avec une grande impatience avec l'espoir qu'elles mettront un terme aux divergences persistantes entre les chambres de la haute juridiction.

Saisie de quatre pourvois, la chambre mixte va en effet devoir statuer sur les délais qui encadrent l'action en garantie des vices cachés initiée par l'acquéreur contre le vendeur ou par le sous-acquéreur contre le vendeur initial (pourvois n° 21-19.936, n° 21-17.7789 et n° 21-15.809). Elle devra également se prononcer sur les délais applicables aux actions récursoires du vendeur intermédiaire ou de l'entrepreneur contre le fabricant ou le fournisseur (pourvoi n° 20-10.763).

On attend également qu'elle dise si le deux ans ouvert par l'alinéa 1 de l'article 1648 du Code civil pour agir en garantie des vices cachés est suspendu en cas de mesure d'instruction ordonnée avant tout procès (pourvoi n° 21-15.809).

Pour comprendre pourquoi ces questions ont été (enfin) soumises à la chambre mixte, un petit état des lieux s'impose.

Le double délai pour agir en garantie des vices cachés L'article 1648 alinéa 1 du code civil dispose que « l'action résultant des vices rédhibitoires doit être intentée par l'acquéreur dans un délai de deux ans à compter de la découverte du vice. »

Ceci posé, l'acquéreur du bien peut-il agir sans limite de temps, à partir du moment où il engage son action dans le délai légal de deux ans à compter de la découverte du vice ? Autrement dit, peut-il agir à l'encontre de son vendeur 15 ou 25 ans après la vente dès lors qu'il assigne dans les deux ans de la découverte du vice dont est atteint le bien ? La même question se pose s'agissant

de l'action récursoire du vendeur intermédiaire ou du fournisseur dont la responsabilité sera recherchée et qui voudra légitimement se retourner contre son propre fournisseur ou fabricant.

Inspirée du droit européen, la technique du double délai d'action éteint la responsabilité au-delà d'une certaine durée et existe dans d'autres domaines du droit de la responsabilité. Ainsi, l'article 1245-15 du code civil issu de la directive 85/374/CEE du Conseil du 25 juillet 1985 relative à la responsabilité du fait des produits défectueux dispose que, sauf faute du producteur, la responsabilité de celui-ci est éteinte dix ans après la mise en circulation du produit même qui a causé le dommage.

La Cour de cassation a repris et aménagé cette technique pour l'appliquer à la garantie des vices cachés. Mais les positions des chambres ont divergé sur la durée du délai butoir au-delà duquel la responsabilité est automatiquement éteinte.

La première chambre civile ainsi que la chambre commerciale enferment l'action en garantie des vices cachés dans le délai de cinq ans à compter de la vente initiale du produit prévu par l'article L. 110-4, I, du code de commerce. Ainsi, le demandeur doit agir dans les deux ans de la découverte du vice, ce délai étant enfermé dans le délai de cinq ans qui court à compter de la vente initiale.

La même position s'applique aux actions récursoires, le délai de deux ans de l'article 1648 alinéa 1 du code civil courant alors à compter de l'assignation qui est signifiée à l'acteur intermédiaire.

Cette position a pu paraître sévère voire contraire au principe *actioni non natae non currit praescriptio* puisque le temps semble courir contre celui qui, dans l'ignorance du vice, ne peut pas agir. Ainsi, le vendeur intermédiaire risque de se retrouver dépourvu de tout recours contre son propre fournisseur ou contre le fabricant par le seul effet du temps qui aura joué en sa défaveur. On pourra

néanmoins rétorquer que ce double délai participe de la sécurité juridique.

La troisième chambre civile a adopté une position plus favorable à une justice sociale, en particulier s'agissant des ventes conclues avant le 19 juin 2008, date d'entrée en vigueur de la loi n°2008-561 du 17 juin 2008 portant réforme de la prescription en matière civile.

Nous rappellerons ici brièvement les faits qui ont donné lieu à un intéressant arrêt de la troisième chambre civile du 25 mai 2022. Pour les besoins de la construction d'un bâtiment agricole pour une EARL, un entrepreneur achète des plaques de couverture en fibrociment à un fournisseur. Se plaignant d'infiltrations dans la toiture, l'EARL, maître de l'ouvrage, assigne l'entrepreneur qui se retourne contre le fabricant. La troisième chambre n'a pas suivi l'argumentation de ce dernier, qui contestait la recevabilité de sa mise en cause.

Pour les ventes conclues avant le 19 juin 2008, la troisième chambre invoque le risque d'atteinte disproportionnée au droit d'accès au juge et décide en conséquence que « le constructeur, dont la responsabilité est ainsi retenue en raison des vices affectant les matériaux qu'il a mis en œuvre pour la réalisation de l'ouvrage, doit pouvoir exercer une action récursoire contre son vendeur sur le fondement de la garantie des vices cachés sans voir son action enfermée dans un délai de prescription courant à compter de la vente initiale ». Elle poursuit en jugeant qu'« Il s'ensuit que, l'entrepreneur ne pouvant pas agir contre le vendeur et le fabricant avant d'avoir été lui-même assigné par le maître de l'ouvrage, le point de départ du délai qui lui est imparti par l'article 1648, alinéa 1er, du code civil est constitué par la date de sa propre assignation et que le délai de l'article L. 110-4, I, du code de commerce, courant à compter de la vente, est suspendu jusqu'à ce que sa responsabilité ait été recherchée par le maître de l'ouvrage ».

Un point d'accord entre les chambres : le délai de deux ans de l'article 1648 du code civil commence à courir à compter de l'assignation signifiée à l'entrepreneur.

En revanche, la troisième chambre suspend le délai de l'article L. 110-4, I, du code de commerce (qui était de dix ans avant la réforme de 2008) jusqu'à la date à laquelle l'entrepreneur est assigné. Pour les ventes conclues avant le 19 juin 2008, le vendeur ou le fabricant peut ainsi en réalité être assigné sans pouvoir exciper aucune limite de temps.

La troisième chambre maintient cette position avec constance, encore très récemment par un arrêt du 8 février 2023. On regrettera en l'espèce qu'elle n'ait pas jugé opportun de modifier son calendrier dans l'attente des décisions à venir de la chambre mixte, à l'image de ce qu'a, semble-t-il, décidé de faire la première chambre en décalant son audience du 8 novembre 2022 au 20 juin 2023 dans un dossier semblable.

Pour les ventes conclues après le 19 juin 2008, la troisième chambre enserme le délai de deux ans, non pas dans le délai de l'article L. 110-4, I, du code de commerce, mais dans le délai butoir de vingt ans de l'article 2232, alinéa 1, du code civil au motif que « l'encadrement dans le temps de l'action en garantie des vices cachés ne peut être assuré que par l'article 2232 du code civil qui édicte un délai butoir de vingt ans à compter de la naissance du droit ».

En d'autres termes, les actions récursoires portant sur une vente postérieure à la réforme de 2008 doivent être engagées dans les deux ans de l'assignation et dans les vingt ans de la vente initiale.

Un consensus semble ainsi apparaître (du moins pour les ventes conclues après la réforme de 2008) autour de la nécessité d'encadrer l'action dans un délai butoir au-delà duquel la responsabilité sera éteinte afin de préserver la sécurité juridique des transactions économiques.

Ce consensus est d'ailleurs en cohérence avec l'offre de réforme des contrats spéciaux de l'Association Henri Capitant qui propose que l'action en garantie des vices cachés soit engagée « dans un délai de deux ans à compter de la découverte du vice, sans pouvoir l'être plus de dix ans après la délivrance du bien. »

L'avant-projet de réforme du droit des contrats spéciaux de la commission Stoffel-Munck adopte la même logique et propose d'encadrer l'action dans le délai de vingt ans de l'article 2232 du code civil ou, de manière alternative, dans un délai de dix après la délivrance du bien en calquant cette proposition sur le délai butoir de la responsabilité du fait des produits défectueux.

Deux ans pour agir en garantie des vices cachés : prescription ou forclusion ?

Le 16 juin prochain, la Cour de cassation va également trancher la question de la suspension éventuelle du délai de l'article 1648 alinéa 1 du Code civil durant les opérations de mesures d'instruction ordonnées avant tout procès.

En filigrane se pose la question de savoir si le délai de deux ans est un délai de prescription ou de forclusion. La question pourrait paraître sans grand intérêt, si ce n'était les conséquences procédurales qui en découlent. En effet, les dispositions qui régissent la prescription extinctive ne sont pas applicables aux délais de forclusion, sauf dispositions contraires, en application de l'article 1220 du code civil. La demande en justice, même en référé, interrompt à la fois le délai de prescription mais aussi le délai de forclusion en application de l'article 2241 du code civil.

En revanche, la mesure d'instruction ordonnée avant tout procès suspend le cours de la prescription en application de l'article 2239 du code civil mais n'a aucun effet sur le délai de forclusion qui recommencera à courir dès la désignation de l'expert judiciaire.

Et l'on voit alors le piège qui risque de se refermer sur le plaideur qui aura patiemment attendu avant d'agir au fond l'issue des opérations d'expertise - dont on sait qu'elles peuvent durer bien plus de deux ans.

La première chambre a été saisie de la question dans une espèce où les acheteurs d'un navire, se plaignant de désordres sur le moteur, ont assigné le vendeur en résolution de la vente et paiement de sommes sur le fondement de la garantie des vices cachés plus de deux ans après l'ordonnance de référé, une fois le rapport déposé par l'expert.

La Cour a jugé l'acquéreur recevable au motif que « le délai de deux ans prévu par l'article 1648 du code civil constituait un délai de prescription qui était interrompu par une assignation en référé, conformément à l'article 2241 du code civil, et suspendu lorsque le juge faisait droit à une demande de mesure d'instruction présentée avant tout procès, en application de l'article 2239 du code civil ».

Le délai de l'article 1648 est donc un délai de prescription et les mesures d'expertise en suspendent le cours. Jusque-là, tout va bien.

La troisième chambre a pourtant adopté une position diamétralement opposée quelques mois plus tard, le 5 janvier 2022. En l'espèce, un expert judiciaire est désigné par ordonnance de référé du 24 juillet 2013 dans un litige portant sur le diagnostic d'une installation d'assainissement d'un immeuble et dépose son rapport le 20 novembre 2015. L'action en responsabilité est engagée le 28 juin 2016 par l'acquéreur de l'immeuble à l'encontre du vendeur, du notaire et du diagnostiqueur, soit plus de

deux ans après l'ordonnance qui a désigné l'expert. La Cour juge l'action irrecevable après avoir énoncé que « le délai de deux ans dans lequel doit être intentée l'action résultant des vices rédhibitoires, prévu par l'article 1648 du code civil, est un délai de forclusion qui n'est pas susceptible de suspension, mais qui, en application de l'article 2242 du même code, peut être interrompu par une demande en justice jusqu'à l'extinction de l'instance. »

Le délai de l'article 1648 est donc un délai de forclusion et les mesures d'expertise n'en suspendent pas le cours...

Cette position s'inspire peut-être du régime d'autres garanties applicables en droit de la construction, dont la troisième chambre a la charge, et pour lesquelles le délai d'action est un délai de forclusion. On ne peut néanmoins que regretter l'aléa judiciaire auquel est confronté le plaignant qui a tout intérêt à agir au fond sans attendre le rapport d'expertise afin de préserver ses droits.

Car, plaideur, selon que votre affaire sera distribuée à la première ou à la troisième chambre, votre sort sera bien différent...

Espérons que la chambre mixte siffle bientôt la fin de partie.



# FICHE TECHNIQUE D'ANALYSE

## MESURE DE PARTICULES EN SUSPENSION DANS L'AIR PM10 ET PM2.5

Marie GUIBERT et Paolo BRUNO, ISPIRA, [www.ispira.fr](http://www.ispira.fr)

Équipement	Français : Préleveur de particules en suspension PM10 & PM2.5 Anglais : PM10 & PM2.5 Particulate Sampler
Principe	<p>Prélèvement de l'air ambiant par aspiration à débit constant au travers d'une tête de prélèvement (impacteur) assurant la sélection granulométrique des particules en suspension :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Particules PM10 : diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm.</li> <li>• Particules PM2.5 : diamètre aérodynamique inférieur à 2.5 µm.</li> </ul> <p>Les particules prélevées et sélectionnées au travers de la tête sont collectées sur un filtre pré-pesé. La méthode de mesure de la concentration massique des particules en suspension dans l'air est encadrée par la norme NF EN 1234-1. Les filtres sont au préalable soumis à une phase de conditionnement pendant 48 heures à des conditions standards (température : <math>20 \pm 1^\circ\text{C}</math>, humidité relative : <math>50 \pm 5\%</math>), puis pesés sur des balances analytiques. Ils sont ensuite à nouveau pesés dans les mêmes conditions après le prélèvement. La masse de particules échantillonnées est obtenue par la différence de poids des filtres avant et après prélèvement. La concentration des particules est calculée en divisant la valeur de la masse par le volume d'air aspiré. La durée de chaque prélèvement est fixée à 24 heures. Les filtres peuvent ensuite être analysés pour déterminer la composition des particules échantillonnées.</p>
Objet(s) de l'identification	Détermination de la concentration massique des particules en suspension dans l'air PM10 et PM2.5
Exemples d'application	Station fixes des réseaux des associations agréées pour la surveillance de la qualité de l'air (AASQA). Etudes d'impact environnemental. Surveillance de la pollution aux particules fines autour des installations industrielles ou dans les environnements confinés (parking, métro, etc.).

# MIEUX CONNAÎTRE LES POLYMÈRES

Fayna MAMMERI est maîtresse de conférences (chimie des matériaux) à l'Université Paris Cité.

Benoît PIRO est professeur (chimie appliquée) à l'Université Paris Cité et expert chimiste près la cours d'appel de Paris. *Benoît PIRO présentera quelques cas pratiques rencontrés en expertise à l'occasion de l'Assemblée Générale de la Compagnie le 5 juin 2023.*

Depuis la découverte de la bakélite en 1909 (avec une urgence : remplacer l'ivoire, les éléphants ayant été décimés pour faire des peignes ou des boules de billard !), les polymères ont réellement envahi notre vie depuis 70 ans environ. Le grand public les appelle « plastiques » et les connaît sous la forme d'emballages (sacs, bouteilles d'eau, de lait, de produits ménagers et cosmétiques). L'industrie remédie actuellement à cette orgie de plastique en supprimant les sacs jetables, en réduisant la masse des emballages, en remplaçant le plastique par le papier, etc. On trouve dans la presse nombre d'articles traitant du « 7ème continent » de plastique (situé dans l'océan Pacifique, il s'étend sur une surface de 5 à 10 fois la France, à raison d'1 kg de matières plastiques par kilomètre carré). Il ne faut toutefois pas perdre de vue qu'il est constitué pour 50 % de débris de matériels de pêche, mesurant plus de 5 cm. Cependant, à l'autre bout de l'échelle des tailles, les nanoplastiques sont des résidus très dégradés mesurant moins de 100 nanomètres (1/50ème de l'épaisseur d'un cheveu), bien plus difficiles à quantifier et finalement bien plus dangereux car se retrouvant aisément dans la chaîne alimentaire pour finir dans le super-prédateur de la planète, l'Homme, qui en est aussi le producteur ; la boucle est bouclée...

Dans le secteur alimentaire, la fin du plastique à usage unique a été décidée en Europe en 2019. Certains produits ont donc été retirés de la vente (vaisselle notamment). Une liste d'emballages désignés comme problématiques ou inutiles a été dressée afin de les éviter et de pouvoir recycler 60% d'emballages plastiques sous peu. D'ici 2025, il s'agit d'éco-concevoir des emballages pour les rendre réutilisables, recyclables ou compostables à 100%. Retenons toutefois que rien n'est plus difficile à recycler qu'un objet fait d'un assemblage intime de maté-

riaux comme les objets plastiques / papier / carton. Sous prétexte d'utiliser des fibres naturelles, on rend l'ensemble très difficile à recycler...

Cependant, si les plastiques sont bien connus pour leurs usages les plus vulgaires, dont nous pourrions peut-être nous passer, ils sont beaucoup moins connus pour leurs usages techniques, pour lesquels leurs excellentes propriétés les ont rendus indispensables. Par exemple, dans les secteurs aéronautiques, et dans les transports en général, ils offrent une légèreté supérieure aux alliages les plus légers et par conséquent une meilleure empreinte écologique. À retenir : lorsqu'on souhaite dévaloriser ces matériaux, on parle de plastiques ; pour les valoriser, on parle de polymères. Ces 2 termes désignent les mêmes produits.

Nous autres, experts, sommes sollicités à la fois pour les usages les plus techniques (matériaux de construction défectueux, prothèses squelettiques, dentaires, chirurgie de reconstruction) mais aussi fréquemment pour des soucis concernant l'étanchéité d'emballages, pour des formulations cosmétiques ou encore pour les traitements de surfaces de certains réacteurs chimiques ou cuves industrielles.

## 1. QUELQUES GÉNÉRALITÉS

La science des polymères est vaste et fait appel à des compétences pluridisciplinaires en chimie et en physique. Il est primordial de pouvoir établir les relations entre la synthèse d'un polymère, sa transformation, les propriétés finales obtenues ou encore son vieillissement. Pour les polymères, la notion de relation structure-propriétés prend tout son sens.

Un polymère est obtenu par l'assemblage de plusieurs monomères, formant des « chaînes », linéaires, ramifiées








## SCIENTES ET TECHNIQUES

voire réticulées (c.à.d. attachées les unes aux autres). Des groupes « pendants » sont souvent présents le long de la chaîne principale et ajoutent une fonction. Par exemple, le groupe -CH<sub>3</sub> du polypropylène rend ce polymère particulièrement hydrophobe et chimiquement très résistant. Du fait de leur synthèse, la majorité des polymères ont certaines chaînes plus longues que d'autres. Il existe donc une distribution des longueurs de chaîne dans l'échantillon. Cette structure en chaîne confère aux polymères des propriétés très différentes des autres classes de matériaux du fait : a) de l'enchevêtrement des chaînes, b) des mouvements des chaînes, c) de l'échelle de temps de ce mouvement et du phénomène dit « d'équivalence temps-température » : on observe qu'une augmentation de la température d'un matériau a la même influence sur ses propriétés mécaniques qu'une certaine augmentation du temps de mesure. En clair, un polymère se déforme très lentement à froid sous une contrainte forte, mais se déformera plus vite à chaud même pour une contrainte plus faible.

## 2. LES DIFFÉRENTS POLYMÈRES ET LEURS APPLICATIONS

Les polymères sont tellement légers et peu coûteux par rapport à d'autres types de matériaux qu'on les retrouve dans des applications quotidiennes très diverses.

### a. Les polymères de structure (c'est la propriété mécanique qui est recherchée)

Recyclage	Polymère	Quelques utilisations
 1 PETE	Polyéthylène téréphtalate (PETE)	Bouteilles pour boissons : eau, sodas, etc.
 2 HDPE	Polyéthylène haute densité (PEhd)	Flacons de shampoings, détergents, et parfois jouets bon marché.
 3 V	Polychlorure de vinyle (PVC)	Tuyaux de plomberie, rideaux de douche, emballages de viande, bouteilles d'huile de cuisson, tétines de biberon, film rétractable, tubes médicaux transparents, etc.
 4 LDPE	Polyéthylène basse densité (PEbd)	Sacs plastiques divers (courses, poubelle), jouets bon marché.
 5 PP	Polypropylène (PP)	Mobilier de jardin, Tupperware®, pots de yaourts.
 6 PS	Polystyrène (PS)	Gobelets, vaisselle jetable, panneaux d'isolation.
 7 OTHER	Autres	En pratique, n'importe quelle combinaison de 1 à 6 ou d'un autre plastique moins couramment utilisé.
	Poly(acide lactique) (PLA)	Emballages, vaisselle (couverts, tasses, gobelets, etc.). Alternative végétale aux polymères issus de la pétrochimie, notamment en impression 3D filaire.
	Polycarbonate (PC)	Préféré au Plexiglas (PMMA) pour les toitures car excellente résistance aux chocs (incassable et résistant aux agents atmosphériques).
	Acrylonitrile butadiène styrène (ABS)	Très bonne résistance aux chocs dans le domaine de l'automobile.

### b. Les polymères pour les textiles (les « synthétiques »)

Ces polymères doivent être fibrés et présenter des propriétés mécaniques suffisantes pour garantir la solidité du textile. Ce sont souvent des polymères semi-cristallins (c.à.d. que les chaînes s'orientent les unes avec les autres pour former des domaines particulièrement denses et résistants mécaniquement) :

- Les polyamides (PA), obtenus par exemple par condensation de diamine et de diacide (ex : le Nylon ou PA 6.6).
- L'élasthanne (Lycra, Spandex, Fibre K), qui contient 85% de polyuréthane (PU) utilisée pour le sport. On citera aussi le polychloroprène (ou néoprène) qui est le premier caoutchouc synthétique.
- L'acrylique ou polyacrylonitrile (PAN), obtenu par polymérisation du propène avec de l'ammoniaque. En y ajoutant du PVC (polychlorure de vinyle), on obtient du modacrylique, une fibre similaire à l'acrylique, dotée de propriétés ignifuges.
- Les polyesters (PE), obtenus par condensation de dialcool et de diacide, sont les fibres synthétiques les plus produites dans le monde (sous le nom de Tergal, Mylar, Dacron par ex.).

### c. Les polymères techniques dans les dispositifs médicaux

Dès 1960, des polymères acryliques (MMA-PMMA de dureté contrôlée) sont utilisés en chirurgie orthopédique. Par la suite, ces ciments acryliques se sont développés en arthroplastie pour combler les interstices entre les os et les prothèses ou en odontologie (la formulation de ces ciments a été améliorée au fil du temps afin d'éviter les composés toxiques). Des biomatériaux dégradables sont également développés pour remplacer des ligaments comme ceux du genou. Dans ce cas, des copolymères à base de PLA mais aussi de Pluronic© ou Tetronic© sont préparés, ne présentant aucune cytotoxicité.

### d. Les polymères dans l'industrie alimentaire

L'industrie alimentaire est confrontée à la sécurité du consommateur dont elle doit s'assurer. Ainsi, les polymères utilisés sont en nombre réduit : PE, PP, PS, PVC, PETE. Ces polymères sont non toxiques en tant que tels mais leurs additifs peuvent l'être. L'UE est donc sur le point d'interdire un certain nombre de molécules courantes mais nocives ou perturbatrices endocriniennes (ex : métaux lourds, substances



**SCIENCES ET TECHNIQUES**

per- et polyfluoroalkylées dites PFAS, phtalates, bisphénols). En effet, que ce soit pour les textiles, le biomédical ou l'alimentaire, voir les polymères comme des matériaux constitués uniquement de chaînes peu réactives est une vue de l'esprit. Ils sont en effet bourrés de molécules plus petites, souvent toxiques et qui diffusent vers l'extérieur plus ou moins vite : plastifiants, anti-oxydants (anti-UV), retardateurs de flamme, résidus des étapes nécessaires à leur fabrication... Le fabricant chinois de vêtements low-cost SHEIN défraye actuellement la chronique, en mettant sur le marché des chaussures libérant 600 fois le seuil européen toléré en matière de perturbateurs endocriniens... de quoi chausser du 48 à l'âge de 12 ans. Par ailleurs, certains polymères libèrent, lors de leur combustion (accidentelle ou en déchèterie), des composés fort dangereux comme les dioxines ou les furanes.

**e. Les polymères en couches minces**

N'oublions pas que les polymères revêtent aussi la forme de couches minces : ce sont les peintures et vernis, constitués d'un polymère filmogène qui va former une couche mince adhérente au support, après dépôt puis durcissement. Nous disposons aujourd'hui de peintures aqueuses ne libérant que des quantités infimes de composés organiques volatils (COV). La réglementation actuelle reste qualifiée de laxiste, autorisant jusqu'à 1 000 µg/m<sup>3</sup> de COV vingt-huit jours après l'application, pour une peinture « A+ » ; mais quels progrès n'a-t-on pas fait, en 20-30 ans, avec les peintures : de liquides très odorants dont l'odeur persistait des semaines, la majorité d'entre elles ne « sentent rien » aujourd'hui.

**3. LES MÉTHODES D'IDENTIFICATION / D'ANALYSES / DE CARACTÉRISATION**

Il existe trois grandes échelles d'observation des matériaux polymères.

a) Echelle du motif de répétition (structure chimique) : les techniques classiques de chimie organique comme les spectroscopies infrarouge (IR), et de résonance magnétique nucléaire (RMN) <sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C ou <sup>29</sup>Si pour les polysiloxanes (communément dénommés silicones) sont utilisées.

La spectroscopie infrarouge analyse les vibrations des liaisons chimiques au sein des molécules. L'échantillon est soit solubilisé dans un solvant volatil, soit fondu avant d'être déposé sur un film de bromure de potassium, KBr, transparent à la lumière IR. Les polymères en couche mince, les peintures, les vernis seront plutôt analysés en réflectance totale atténuée (ATR) après dépôt sur un cristal de ZnSe ou de diamant, transparent également à la lumière IR. L'analyse des spectres obtenus se fait à l'aide de tables élaborées à partir de produits connus. Lors d'une analyse par RMN, l'échantillon est immergé dans un champ magnétique et soumis à des ondes hertziennes afin de déterminer l'environnement d'un type d'atome (<sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C, <sup>29</sup>Si, etc.) puis la structure des macromolécules. Chaque noyau résonne à une fréquence différente et un même atome résonne à des fréquences différentes selon la nature chimique de ses voisins. Il est indispensable de solubiliser le polymère dans un solvant deutéré (où tous les atomes d'hydrogène sont remplacés par des atomes de deutérium, l'isotope de l'hydrogène, afin d'obtenir le spectre du polymère). Il est nécessaire d'utiliser une référence pour calibrer l'échelle du spectre avant de l'analyser à l'aide de tables.

b) Echelle macromoléculaire (une chaîne de polymère) : les longueurs de chaînes ainsi que la dispersité sont couramment évaluées par chromatographie d'exclusion stérique (CES).

Dans un polymère synthétique, la distribution de taille des chaînes de polymères est en forme de courbe en cloche. Le polymère est dissous dans un solvant, généralement du THF, puis injecté dans une colonne de porosité contrôlée et distribuée en taille par des billes de polystyrène réticulé : il s'agit donc d'un tamis macromoléculaire, qui trie les macromolécules par taille selon leur temps de traversée dans les méandres de la colonne. Les macromolécules les plus grosses sortiront les premières de la colonne. L'inconvénient majeur de la CES est de déterminer un volume hydrodynamique plutôt qu'une masse moléculaire en l'absence d'étalons de nature chimique identique au polymère étudié. Cette mesure est cependant généralement suffisante. Une autre technique est également utile même si plus rare : la spectroscopie de masse par désorption-ionisation laser assistée par matrice (MALDI TOF),

**SCIENCES ET TECHNIQUES**

qui est, elle, quantitative. Un absorbeur UV et le polymère sont déposés sur une cible. Sous l'effet d'un laser, l'absorbeur ionise le polymère par transfert de charge. Les macromolécules ionisées sont ensuite accélérées par l'application d'un champ électrique avant d'être séparées dans l'analyseur à temps de vol (TOF) en fonction de leur rapport masse/charge ( $m/z$ ). Les masses des macromolécules sont donc mesurées très exactement.

c) Echelle supramoléculaire (le matériau entier) : la calorimétrie différentielle à balayage (Differential Scanning Calorimetry ou DSC) est une technique d'analyse thermique, permettant de mesurer les différences des échanges de chaleur entre l'échantillon et une référence connue. Elle permet de déterminer : a) la température de transition vitreuse ( $T_g$ ) des matériaux amorphes ; b) les températures de fusion et de cristallisation ; c) les enthalpies de réaction (changements d'état), ou encore le taux de réticulation de certains polymères). On peut également effectuer des analyses thermomécaniques (DMTA) pour déterminer les températures spécifiques ( $T_g$ ,  $T_f$ , voire  $T_c$ ) des polymères, en suivant l'évolution d'une propriété mécanique (rigidité) en fonction de la température. L'échantillon est soumis à une contrainte mécanique alternative sinusoïdale dans le domaine des faibles déformations en suivant une rampe de température de vitesse linéaire. Enfin, certains polymères, utilisés comme épaississants dans les formulations alimentaires et cosmétiques, sont plus ou moins visqueux en solution selon leur masse moléculaire. Une expérience simple de mesure de la viscosité est la caractérisation de la vitesse de l'écoulement de la solution ou de la chute d'une bille dans un tube. L'équation de Mark-Houwink permet de relier la viscosité intrinsèque d'un polymère à sa masse moléculaire de façon semi-empirique en tenant compte du couple polymère-solvant considéré et de la température de la solution. Ces valeurs sont tabulées.

En revanche, l'analyse des microplastiques est plus délicate car ils sont invisibles à l'œil nu (leur taille est comprise entre quelques centaines de nm et quelques mm). Les microplastiques primaires sont retrouvés sous leur forme initiale dans l'environnement (fibres textiles, ou constituants de détergents, cosmétiques ou peintures). A contrario, les microplastiques secondaires sont issus de la dégradation ou de la fragmentation de polymères

et se dispersent dans l'environnement. On les isolera par filtration. Les principales méthodes d'analyses des matrices extraites de l'environnement sont alors la pyrolyse-chromatographie en phase gazeuse-spectrométrie de masse (Py-GCMS) ou la spectroscopie infrarouge (LDIR ou ATR-FTIR). Les résultats peuvent être obtenus en concentration massique et/ou en distribution de taille de particules.

**Conclusion**

Comme experts, nous pouvons rencontrer les polymères dans des formulations (produits d'entretien, produits cosmétiques, peintures), des matériaux dits de structures (serres, véranda low-cost, aquariums de très grandes tailles), des emballages, des vêtements... Il s'agira de savoir les identifier, de caractériser les défauts qui les ont amenés à être au centre d'une expertise (fragilité mécanique sous certaines contraintes, libération de toxiques, porosité excessive induisant un développement bactérien ou une mauvaise protection lorsqu'il s'agit d'emballages, incompatibilité contenu/contenant...) et d'en expliquer les causes. Chimie, chimie-physique et physique se rejoignent souvent, dans ces domaines.

(si vous avez imprimé cet article pour le lire, sachez que l'encre est ... une formulation riche en polymères)

**Références générales :**

*Précis matières plastiques, Structures-propriétés, mise en œuvre, normalisation.* J.-P. Trotignon, J. Verdu, A. Dobraczynski, M. Piperaud. Ed. Nathan, 2006.



# LE COMPLÉMENT ALIMENTAIRE, UNE DENRÉE RÉGLEMENTÉE ET SURVEILLÉE

Justine POISSON, Lona GUILLEMIN, Dr Stéphane PIRNAY  
EXPERTOX - expertoxca@gmail.com



Le marché Européen du complément alimentaire est en constante évolution. Son chiffre d'affaires s'est élevé à 12,6 Milliards d'euros en 2019 (+5%/2018) avec l'Italie, l'Allemagne et la France représentant 50% du marché (1). En France, le marché du complément alimentaire ne cesse de croître atteignant en 2021 un chiffre d'affaires de plus de 2 milliards d'euros (2). Vendu majoritairement en pharmacie, le complément alimentaire fait partie intégrante des habitudes de consommation des Français et d'avantage depuis la Covid-19. En 2021, une forte demande, similaire à l'année passée, a été constatée pour les produits agissant sur le stress/sommeil (+12,1% en pharmacie) et sur la vitalité/

immunité (+13,1% en pharmacie) (3). En réponse à cette forte demande, de nombreux laboratoires se sont lancés à la conquête du marché du complément alimentaire tandis que d'autres ont élargi leurs parts de marché en créant des produits pour de nouvelles indications. Face à cette concurrence, comment être sûr de bien choisir son complément alimentaire ? Comment s'assurer de la sécurité et de la qualité de ce dernier ? Sont-ils vraiment efficaces ?

Le complément alimentaire est défini par la directive 2002/46/CE comme étant une « denrée alimentaire dont le but est de compléter le régime normal et qui constitue

une source concentrée de nutriments ou d'autres substances ayant un effet nutritionnel ou physiologique seuls ou combiné, commercialisé sous forme de doses » (4). Composé de plantes, vitamines & minéraux, ferments et levures, ingrédients d'origine animale et tant d'autres, le complément alimentaire contribue à prévenir et maintenir un bon état de santé, à corriger des inconforts du quotidien mais également à combler les déficiences alimentaires. Les indications sont larges : vitalité & défenses immunitaires, minceur, beauté, sport, mémoire et concentration, etc.

Le médicament et le dispositif médical sont deux catégories de produits de santé et il peut parfois être difficile de les distinguer du complément alimentaire. Pour lever les doutes, des définitions ont été publiées pour chacune des catégories. Leur mode d'action est défini et permet de les distinguer. Selon le code de la santé publique, un médicament exerce « une action pharmacologique, immunologique ou métabolique » (5) dans le but de prévenir ou soigner une maladie tandis qu'un dispositif médical agit selon un mécanisme d'action dit « mécanique » (6).

Comme vu précédemment, le complément alimentaire ne peut pas être qualifié de médicament. Leurs conditions de mise sur le marché sont différentes. En effet, pour qu'un complément alimentaire arrive sur le marché Français, la Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes (DGCCRF), service du ministère de l'économie, examine la composition de ce dernier à l'aide d'une liste fixée par arrêté dans le but de vérifier l'absence de substances dangereuses pour le consommateur. Dans le cas du médicament, il doit obtenir une autorisation de mise sur le marché (AMM) octroyé par l'Agence Nationale de la sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM) ou par l'EMA (European Medicines Agency) selon la procédure. Contrairement au médicament, la qualité, la sécurité et l'efficacité du complément alimentaire ne sont pas évaluées par une autorité compétente. Les conditions d'accès au marché sont donc plus souples pour le complément alimentaire qui peut lui être vendu en grandes surfaces et sur internet.

Au niveau Européen, le complément alimentaire est encadré par des réglementations transposées au droit français sous forme de décret : le Règlement (UE) n°1169/2011

permet d'établir des règles d'étiquetage (liste des ingrédients, date de durabilité minimale, forme physique...) et le Règlement CE n°1924/2006 fixe les astreintes pour les allégations (allégation de santé, nutritionnelles). Le complément alimentaire Bio est soumis à des réglementations qui lui sont propres sur la production biologique et l'étiquetage.

Les étapes allant de la réception des matières premières à la commercialisation du complément alimentaire, sont encadrées par le respect des bonnes pratiques de fabrication et d'hygiène et de l'analyse HACCP rendues obligatoires par le règlement 852/2004/CE. Les bonnes pratiques d'hygiène donnent des lignes directrices à respecter concernant les locaux, les équipements et le personnel notamment (7) Les bonnes pratiques de fabrication donnent des exigences pour chaque étape. Prenons un exemple : lors de la réception des matières premières, il est nécessaire d'effectuer des contrôles pour vérifier la conformité afin de suivre le processus. De plus, l'analyse HACCP permet de prévenir le danger à l'aide de 7 principes. Le danger est identifié, un seuil critique est défini donnant lieu à des mesures de maîtrise pour éviter que le danger ne se produise. Commun aux autres processus de production, le contrôle qualité permet de s'assurer que ce qui est obtenu est ce qui était attendu et l'assurance qualité est la mise en œuvre d'action s'assurant de la conformité des procédures permettant l'obtention d'un produit conforme aux spécifications. Elle peut se faire aussi bien au travers d'audits que de revues de direction.

En plus de toutes ces exigences d'application obligatoire citées précédemment permettant d'assurer la qualité et la sécurité pour le consommateur, le fabricant peut choisir de se faire certifier ISO 22000. En effet, cette norme internationale relative aux denrées alimentaires, est d'application volontaire sur le Système de Management de la Sécurité des denrées alimentaires (SMSDA). Elle permet l'obtention de produits finis sûrs en identifiant les risques propres à chaque étape de fabrication et en maîtrisant ces risques dans le but d'assurer une sécurité constante. Le principe de l'amélioration continue PDCA (Plan Do Check Act), appelé également Roue de Deming, commun aux autres normes, ainsi que l'analyse HACCP détaillée au-dessus sont des points clés de la norme. Pour être certifié ISO 22000, l'entreprise doit faire appel à un organisme certificateur

qui réalisera un audit afin de vérifier la bonne application des exigences de la norme. La certification ISO 22000 possède de nombreux bénéfices que ce soit du point de vue de l'entreprise que du consommateur : elle permet à l'entreprise d'améliorer ses performances en matière de sécurité et de fournir des produits sûrs et conformes, l'ensemble permettant d'obtenir la confiance et la satisfaction du client.

Après avoir vu le cadre réglementaire et les exigences lors de la fabrication, on vient se poser la question sur l'efficacité des compléments alimentaires. Certains d'entre eux prônent une utilisation ancestrale dans le cadre de la phytothérapie traditionnelle mais cela ne permet pas d'affirmer l'efficacité de ces derniers ; Il est nécessaire de réaliser des essais cliniques afin de revendiquer et évaluer les effets. Une étude clinique randomisée (aléatoire), contrôlée (bras placebo et bras substance étudiée) et avec un grand nombre de sujets est jugée de qualité. Cependant, ce type d'étude est rarement mis en place par un fabricant de compléments alimentaires car elle est très coûteuse et contraignante (8).

Les résultats des études scientifiques concernant l'efficacité des compléments alimentaires sont assez divers : des bénéfices ont été constatés avec la mélatonine pour le décalage horaire tandis que d'autres études n'ont mis en évidence aucune ou très peu de valeur ajoutée à la prise de complément alimentaire comme c'est le cas pour ceux à base de Ginkgo pour la démence (9).

Des chercheurs canadiens de l'American College of Cardiology se sont intéressés à la supplémentation en vitamines et minéraux pour la prévention et le traitement des maladies cardiovasculaires. D'après leurs résultats, il semblerait que ces compléments alimentaires ne soient pas efficaces sur la prévention de maladies (10).

Toutefois, il faut garder en tête que le complément alimentaire ne possède aucune revendication thérapeutique mais est utilisé dans un but préventif et pour compléter un régime alimentaire normal. Selon l'Anses (l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail), en l'absence de pathologie et avec une alimentation variée et une activité physique, il n'est pas utile d'avoir recours aux compléments alimentaires. Les femmes enceintes, les nouveau-nés et personnes âgées sont des catégories de populations sujettes aux carences

et la mise en place d'une supplémentation peut être envisagée. De même, dans le cadre d'un régime végétalien, une supplémentation en vitamine B12 et fer peut avoir un intérêt. L'avis d'un professionnel de santé est tout de même conseillé pour envisager une cure (11).

Pour conclure, le complément alimentaire est soumis à un cadre réglementaire avec des réglementations d'application obligatoire qui définissent des conventions d'étiquetages, d'allégations, de compositions par exemple. Il est également encadré par des exigences en matière de fabrication et d'hygiène. L'entreprise peut prendre l'initiative d'appliquer des normes ISO dont le but est d'améliorer les performances et de répondre aux exigences des consommateurs. Concernant les bienfaits du complément alimentaire, rien n'est plus efficace qu'une alimentation saine, équilibrée et variée ainsi qu'une activité physique quotidienne, mais dans certaines situations leurs usages est utile voire nécessaire.

#### Références

1. IQVIA, *Les tendances actuelles du marché des compléments alimentaires, 2019 – Ventes CA Sell-out et Volume – CMA Novembre 2019* [Internet]. [cité 13 mai 2022]. Disponible sur: <https://www.iqvia.com/>
2. *Observatoire 2021 et chiffres du marché 2020* | Synadiet [Internet]. [cité 13 mai 2022]. Disponible sur: <https://www.synadiet.org/actualites/observatoire-2021-et-chiffres-du-marche-2020>
3. Harris Interactive, 2021. *Rapport final : Nouvelles Tendances Consommateurs dans les Compléments alimentaires*. Synadiet [Internet]. [cité 13 mai 2022]. Disponible sur: [https://www.synadiet.org/sites/default/files/news/files/harris\\_interactive\\_rapport\\_tendance\\_conso\\_cpai\\_synadiet\\_vf\\_0.pdf](https://www.synadiet.org/sites/default/files/news/files/harris_interactive_rapport_tendance_conso_cpai_synadiet_vf_0.pdf)
4. Directive 2002/46/CE du Parlement européen et du Conseil du 10 juin 2002 relative au rapprochement des législations des États membres concernant les compléments alimentaires [Internet]. [cité 13 mai 2022]. Disponible sur: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2002L0046:20060421:FR:PDF>
5. Article L5111-1 - Code de la santé publique - Légifrance [Internet]. [cité 13 mai 2022]. Disponible sur: [https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article\\_lc/LEGIARTI000006689866/2000-06-22](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000006689866/2000-06-22)
6. Article L5211-1 - Code de la santé publique - Légifrance [Internet]. [cité 13 mai 2022]. Disponible sur: [https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article\\_lc/LEGIARTI000021964486/](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000021964486/)
7. Règlement 852/2004/CE, annexe II [Internet]. [cité 13 mai 2022]. Disponible sur: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2004R0852:20090420:fr:PDF>

8. *Guide des compléments alimentaires*, Vidal, 2008 [Internet]. VIDAL. [cité 4 juill 2022]. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/parapharmacie/utilisation/bon-usage-complements-alimentaires/complements-alimentaires-efficacite.html>

9. *Using Dietary Supplements Wisely* [Internet]. NCCIH. [cité 4 juill 2022]. Disponible sur: <https://www.nccih.nih.gov/health/using-dietary-supplements-wisely>

10. Jenkins DJA, Spence JD, Giovannucci EL, Kim Y in, Josse R, Vieth R, et al. *Supplemental Vitamins and Minerals for CVD Prevention and Treatment*. *J Am Coll Cardiol*. 5 juin 2018;71(22):2570-84.

11. *Les compléments alimentaires, nécessité d'une consommation éclairée* | Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail [Internet]. [cité 4 juill 2022]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/les-compl%C3%A9ments-alimentaires-n%C3%A9cessit%C3%A9-dune-consommation-%C3%A9clair%C3%A9>



**COMPAGNIE  
NATIONALE  
DES EXPERTS  
JUDICIAIRES  
DE LA CHIMIE**

Si vous êtes intéressés à publier un article technico-scientifique ou en rapport avec la rubrique Justice et Réglementation, n'hésitez pas à le transmettre aux membres du comité de rédaction (adresse mails en première page).

**PROCHAIN NUMÉRO À PARAÎTRE JANVIER 2024**