



COMPAGNIE
NATIONALE
DES EXPERTS
JUDICIAIRES
DE LA CHIMIE

CHIMIE & COMPAGNIES

N°7 Juin 2019

Recueil technico-juridique des experts chimistes au service des analyses expertales multisectorielles

ÉDITO

Chers lecteurs, ayant été élu Président de la Compagnie en septembre 2018, je profite de cette occasion pour rappeler la genèse de notre 'collège' d'experts judiciaires spécialisés en Chimie.

Un peu d'histoire... Les listes officielles d'experts chimistes ont été dressées par les Cours d'Appel et les Tribunaux en 1906 à la suite de la promulgation de la loi du 1er juillet 1905 concernant la répression des fraudes. Le 16 octobre 1929, la Compagnie est officiellement déclarée (association loi 1901) sous le nom « Compagnie des Experts-chimistes près la Cour d'Appel de Paris ». Le 19 mars 1970, puis le 19 mars 1980 son patronyme change et inclut tout d'abord le tribunal de grande instance de Paris puis les Cours d'Appel d'Île de France. Le 19 novembre 1983 elle devient compagnie nationale des experts chimistes de justice. L'année dernière, son titre change pour se démarquer notamment d'acronymes voisins, et ainsi gagner en visibilité pour devenir la Compagnie nationale des experts judiciaires de la Chimie (CNEJC). Si l'on ne devait s'attacher qu'à l'origine hébraïque souvent avancée de la Chimie : « Kimiya », on affirmerait que cette science est d'origine divine et qu'on ne peut lui trouver plus noble filiation. Les compétences de notre Compagnie regroupent à ce jour une trentaine de membres sur le territoire Français avec des spécialités transversales très diverses, pour lesquelles j'invite le lecteur à les consulter sur notre site internet www.cnejc.org

Aussi, adhérer à notre Compagnie, c'est pouvoir participer à nos manifestations, à nos matinales, à nos colloques, c'est profiter d'une protection juridique et recevoir les informations pertinentes concernant la vie expertale.

La Compagnie fête cette année ses 90 ans ! et notre revue « Chimie & Compagnies » ses 3 ans ! Chers lecteurs, vous l'aurez bien compris, la CNEJC est fière d'exister, au service de la Justice, dans un fonctionnement à la fois très convivial et très professionnel. Bonne et longue vie à ses membres, et nous espérons vous y retrouver rapidement.

Dr Stephane PIRNAY - Président de la CNEJC

SOMMAIRE

LES NEWS

- P2.** Agenda Focus
- P3.** Paroles de présidente - Sonia Arrouas
- P4.** L'actualité de notre compagnie
- P5.** 2 Membres du CNEJC - Jacques Fraysse & Paolo Bruno

JUSTICE & ORGANISATION

- P6.** Remplir personnellement sa mission - Alexis Valençon
- P8.** Un régime de réparation du préjudice écologique - Carine Le Roy-Gleizes

SCIENCES & TECHNIQUES

- P10.** Fiches techniques d'analyse - RMN
- P13.** Répercussions sanitaires des Sargasses sur la côte Caraïbe - Stephane Pirnay
- P16.** Fabrication du sucre - Patrice Sainthéran

COMITÉ DE RÉDACTION

Alexandre Fleurentin, alexandre.fleurentin@metallocorner.fr

Stephane Pirnay, expertoxca@gmail.com

Jean Pédelaborde, jean.pedelaborde@gmail.com

Simon Choumer, schoumer@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 Judiciaire de la Chimie ainsi que les membres du comité de rédaction.

AGENDA 2019

Quelques dates sélectionnées par la Compagnie Nationale des Experts Judiciaires de la Chimie concernant l'expertise judiciaire, la réglementation et les normes en lien avec la chimie.

JUIN

- 3 juin : Assemblée Générale de notre compagnie (C.N.E.J.C).
- 5 - 7 juin : "International Congress on Welding and additive manufacturing", Metz.
- 6 juin : La CEPAA (Compagnie nationale des Experts de justice en Productions Agricoles et Agro-alimentaires, activités environnementales et horticoles) organise un séminaire en Champagne consacré aux techniques de conduite des vignes et techniques œnologiques.
- 10 - 14 juin : « 14ème congrès mondial sur le titane », Nantes

JUILLET

- 3 - 5 juillet : Congrès de métallurgie A3TS, Lille.

SEPTEMBRE

- 18 - 19 septembre : Le salon chimie Lyon, pour tous les professionnels de la chimie : décideurs, fournisseurs, institutions, collectivités.
- 24 - 26 septembre : « Congrès international de métrologie » à Paris, en partenariat avec le nouveau Salon Measurement World.

NOVEMBRE

- 13 novembre : « Chimie et nouvelles thérapies » à la Maison de la Chimie.
- Date à définir : Prochain colloque annuel de la CEJC (Compagnie des Experts de Justice en Criminalistique).

FOCUS SUR... LA CHIMIE AU SECOURS DE L'ARCHÉOLOGIE

C'est sur le thème de « Chimie et Alexandrie » que s'est déroulée la dernière journée de « Chimie et... » à la Maison de la Chimie le 13 Février 2019.

Nous avons eu beaucoup plus de présentations d'archéologie que de chimie.

La chimie est surtout utilisée pour l'authentification et la conservation des objets récupérés dans les fouilles.

Les thèmes principaux ont porté sur :

1- La récupération d'objets des 1er au 3ème siècles avant et après notre ère dans les environs et dans la ville d'Alexandrie en Egypte.

On parle des vies d'un objet ; de sa fabrication, de son usage, de l'enfouissement, de sa découverte et enfin de sa restauration – conservation.

2 - La détermination des constituants des objets récupérés et de leurs revêtements.

Ainsi, nous apprenons que le verre teinté était souvent utilisé pour imiter les pierres précieuses et surtout le lapis-lazuli considéré dans l'Antiquité comme une pierre sacrée.

3 - Pour les objets immergés dans l'eau de mer, un

dessalement est nécessaire pour éviter la désagrégation granulaire de la pierre ou les efflorescences salines.

En ce qui concerne le bois immergé, il faut éviter la mise à l'air libre sans précautions et en particulier, neutraliser les sulfures et les acides.

Ainsi des bateaux entiers ont été récupérés et exposés dans des musées.

4 - Le verre et la chimie du verre sont décrits par Démocrite, Sénèque et Pliny l'Ancien.

Les constituants pour la fabrication du verre sont le sable et le natron (soude naturelle) portés à haute température par le feu.

Dans l'Antiquité le verre teinté a été utilisé pour imiter les pierres précieuses, outre le lapis-lazuli, l'émeraude, la turquoise, le rubis, l'aigue marine, l'améthyste et même l'ivoire et les perles.

Simon CHOUMER

PAROLES DE PRÉSIDENTE

Sonia Arrouas - Présidente du Tribunal de Commerce d'Evry

Être présidente d'un tribunal de commerce, responsabilité face à tous...

Partie 2

Comment faire une parole de Présidente sans parler des entreprises en difficultés? Les « procédures collectives » (dépôt de bilan, redressement judiciaire, liquidation judiciaire) sont l'activité la plus connue et la plus médiatisée des tribunaux de commerce alors que les jugements de « contentieux général » visant les litiges entre les entreprises forment la plus grosse partie du travail des juges consulaires.

Les magistrats consulaires qui travaillent dans les chambres de procédures collectives travaillent activement avec des administrateurs judiciaires et mandataires liquidateurs dont la fonction consiste à conduire en toute indépendance et dans le strict respect des règles légales et déontologiques les procédures qui leur sont confiées. Les Tribunaux de Commerce les nomment en Chambre du Conseil et les juges commissaires doivent suivre la procédure et les contrôler.

Le procureur de la République représentant le Ministère Public intervient dans le cadre des procédures collectives (en étant parfois à l'origine de l'ouverture, en sollicitant quelques fois la désignation d'un mandataire judiciaire, en demandant la prorogation de la période d'observation au-delà de 12 mois, ou encore en exerçant des voies de recours).

Sa présence peut être obligatoire en fonction de la taille de la société en difficulté, Le procureur, doit suivre la procédure en tant que magistrat en charge de la défense de l'ordre public



économique et social.

Le Président du Tribunal de Commerce assure trois missions essentielles.

La première, il a la charge de l'organisation du tribunal et veille au traitement rapide des affaires. Cela consiste d'abord, dans le respect du code de l'organisation judiciaire, à nommer les présidents de chambre, à affecter les juges dans les différentes chambres, et à définir quels types d'affaires leur seront affectés, généralement en les spécialisant, comme à organiser les plannings d'audience en fonction des besoins des justiciables. Cela consiste ensuite à mettre en place les outils de pilotage du tribunal afin de s'assurer du bon déroulement des procédures, en coordination avec le greffier qu'il a mission de contrôler. Cela consiste enfin à s'assurer des compétences des juges en mettant en place une organisation de leur formation.

La seconde, le Président est lui-même une juridiction et il est compétent

pour assurer personnellement, ou par délégation, certaines tâches juridictionnelles comme les référés, les requêtes ou le suivi des procédures de négociation dans le traitement des difficultés des entreprises, mandat ad Hoc ou Conciliation.

Enfin la troisième, le Président représente le tribunal et assure les relations avec les chefs de cour, le premier président et le procureur général près la cour d'appel, comme avec toutes les parties prenantes du tribunal que sont le parquet, le barreau, les administrateurs et mandataires judiciaires, les commissaires-priseurs judiciaires, le commissaire au redressement productif, les huissiers, outre les greffiers. C'est l'interlocuteur des autorités judiciaires, administratives, civiles et militaires, comme le préfet, le maire, le président du tribunal de grande instance, le procureur de la République, le président de la chambre de commerce... Veillant au rayonnement de son institution, il est également en

relations avec les universités, l'Ecole de la magistrature ou l'Ecole du barreau.

Elu par ses pairs pour un mandat de quatre ans, Le président du tribunal de commerce est choisi parmi les juges du tribunal qui ont exercé des fonctions dans un tribunal de commerce pendant six ans minima.

Il est assisté par un vice-président qu'il nomme et auquel il confie une délégation générale.

Pour une bonne administration de la justice, le tribunal a parfois recours à des experts ou à des sachants.

Il est clair que l'expertise judiciaire, mesure par laquelle le juge confie à des professionnels une mission d'information ou de constatation visant à l'éclairer sur des éléments d'une affaire. Peu importe cependant la nature des expertises, le rôle de l'expert reste toujours d'éclairer le juge sur les aspects techniques qu'il ne maîtrise pas et également de faire une préanalyse d'un dossier souvent

complexe. Une expertise judiciaire est une mesure d'investigation ordonnée par une juridiction et portant sur une question sur laquelle le juge ne dispose pas de suffisamment d'éléments pour statuer. Celle-ci peut être ordonnée avant tout procès (article 145 du CPC) ou en cours de procédure.

Pour la désignation d'un expert, y compris en référé, le juge est libre de désigner l'expert de son choix. La décision doit ordonner l'expertise et énoncer les chefs de la mission de l'expert qui ne pourra se prononcer que sur les points qui font partie de sa mission. L'ordonnance énonce également le montant de la provision à valoir sur sa rémunération qui doit se rapprocher le plus possible de la rémunération définitive prévisible.

Les observations écrites de l'expert sont fondamentales pour le juge, elles lui permettent d'avoir un œil professionnel.

Au cours de sa mission, l'expert peut

se faire assister la personne de son choix, sous son contrôle et sa responsabilité (article 278-1 du CPC). Toutefois, si l'expert peut prendre l'initiative de recueillir l'avis d'un autre technicien, celui-ci devra être d'une spécialité distincte de celle au titre de laquelle il a été désigné.

Après avoir entendu les observations des différentes parties, il conclura par un rapport d'expertise qu'il déposera au tribunal dans un délai imparti et fixé au préalable.

Cependant, les parties sont toujours admises à critiquer les conclusions de l'expert devant la juridiction saisie.

Néanmoins, le plus souvent, le Tribunal s'en tiendra à l'avis de l'expert.

Sonia ARROUAS

Le phare est au marin ce que l'expert est au juge,

l'un illumine les mers par grand vent et l'autre éclaire le juge sur les ombres d'un dossier.

L'ACTUALITÉ DE NOTRE COMPAGNIE

Lors de notre dernier CA du 2 avril, nous avons peaufiné l'organisation et le programme de notre Assemblée Générale Ordinaire du 3 juin 2019. Celle-ci, tenue comme les années précédentes à la Maison des Polytechniciens, débute à 14h00 par les rapports d'activité et financier, ponctués par les questions et échanges, amenés par nos membres convoqués à cet événement. C'est aussi l'occasion de renouveler une partie du Conseil d'Administration. C'est ensuite la partie « Colloque » qui prend le relais, à partir de 16h30, avec, à nouveau, un programme très riche, tant sur le plan technique que judiciaire ainsi que par la qualité des intervenants : Madame Nathalie Recoules, Vice-présidente Adjointe du TGI de Paris nous présente celui-ci. « La fonction de président et son rôle » n'ont plus de secrets grâce à l'intervention de Madame Sonia Arrouas, Présidente du TC d'Evry. Monsieur le Juge Blaclard, magistrat au TC de Bobigny, clôture la partie judiciaire en nous parlant de « L'expert, sa nomination et ses contraintes vis-à-vis du juge ». Après une courte pause pour reprendre notre souffle, Monsieur

Gérard Baclès, Président de l'ATMO Nouvelle Aquitaine, nous expose un sujet sur « L'Air ». Et cela coule de source, c'est sur la thématique de « L'Eau », présentée par notre confrère et membre de la Compagnie, Monsieur Simon Choumer, que se termine officiellement notre Assemblée à 19h00. Ce colloque est ouvert pour la première fois aux avocats et membres des autres compagnies, avec la possibilité de l'intégrer au cycle annuel de formation. Comme à notre habitude, c'est autour d'un verre, en toute convivialité, puis d'un dîner pour celles et ceux qui le souhaitent que nous terminons cette journée.

L'actualité de notre Compagnie, c'est aussi le séminaire technique coorganisé en Champagne avec notre compagnie sœur de la CEPAA, le 6 juin. Comme vous l'aurez deviné, c'est autour de la thématique de la vigne et du vin que sont abordés des sujets liés à la technique et à l'expertise judiciaire. Enfin, nous vous ferons part prochainement de deux matinales que nous organiserons...

2 MEMBRES DU CNEJC



JACQUES FRAISSARD

Expert (H) près la Cour d'Appel de Paris, agréé par la Cour de Cassation

Pionnier de la caractérisation par Résonance Magnétique Nucléaire des surfaces solides et des interactions solides-gaz (thèse d'Etat 1961, prix de la Société Chimique de France –SFC, 1962), il est élu professeur de Chimie-Physique en 1967 à

l'Université Pierre et Marie Curie-Paris (UMPC). Il y crée le Laboratoire de Chimie des Surfaces qu'il dirigera pendant 45 ans, parfois en parallèle avec le Laboratoire de Physique Quantique de l'Ecole de Physique et Chimie de Paris (ESPCI).

Ses travaux de recherches portent essentiellement sur :

- Les techniques RMN des solides;
- Les interactions gaz-solides et la chimie des surfaces solides;
- La synthèse et l'activité catalytiques de catalyseurs solides acides, métalliques et bi- métalliques; pétrochimie.
- La synthèse et la caractérisation de solides micro (zéolithes), méso et macro-poreux.

Ses résultats scientifiques, résumés dans plus de 350 publications internationales et nombreux autres ouvrages) lui ont valu d'être honoré :

- au niveau national : Membre du Conseil National des Universités (1973-2002), Lauréat de l'Académie de Sciences-Prix Paul Pascal 1998, Légion d'Honneur 2004, Président de la SFC-Ile de France (1997-2005), Président de la Compagnie des Experts chimiste judiciaires (2002-2005) ;
- au niveau international (professeur invité et/ou docteur honoris causa de nombreuses universités étrangères).



PAOLO BRUNO

Expert Qualité de l'Air et Industrie

Après des études de chimie organique à l'Université de Catane (Italie), en 1998 il réalise une thèse sur le smog photochimique à l'Institut National d'études sur la pollution atmosphérique

du CNR à Rome. Passionné par les thématiques environnementales il a ensuite travaillé au CNR de Rome en tant que chercheur jusqu'en 2001 sur les aspects scientifiques et techniques de la mesure de polluants atmosphériques et il réalise plusieurs missions de recherche à l'étranger (États-Unis, Cercle Polaire Arctique, France, Allemagne) et de nombreuses publications scientifiques et conférences internationales.

En 2002, installé en France, il décide de mettre son expertise au profit des entreprises technologiques du secteur privé et il est recruté comme responsable de projet au

département recherche et développement d'Environnement SA (aujourd'hui ENVEA), un des leaders mondiaux de l'instrumentation pour l'environnement. Au sein d'Environnement SA il développe des appareils de mesures de polluants urbains (gaz et particules fines) et réalise les missions d'accréditation des systèmes de mesure au niveau national et international. Il participé activement au développement technologique et commerciale d'Environnement SA et à son entrée en bourse.

Cette expérience lui a permis de s'affirmer dans le domaine de l'ingénierie environnementale et il l'a conduit en 2009 à s'associer à AIR SÛR en tant que directeur scientifique. Il a poursuivi son chemin dans l'innovation technologique et il a développé et breveté deux technologies de traitement de l'air par photocatalyse. En 2015 il est nommé expert de justice à la Cour d'Appel de Paris dans la spécialité Pollution de l'Air. En 2017 il fonde ISPIRA, bureau d'étude et d'expertise en qualité de l'air. Il dirige et coordonne les missions de diagnostic de la qualité d'air intérieur, d'évaluation des risques industriels et les études d'impact environnemental. Le Dr Paolo BRUNO est aujourd'hui expert de justice près de la Cour d'Appel de Versailles.

PAROLES D'AVOCATS

L'OBLIGATION DE L'EXPERT JUDICIAIRE DE REMPLIR PERSONNELLEMENT SA MISSION REND SOUVENT OPPORTUNE LA DÉSIGNATION DE CO-EXPERTS

Alexis Valençon, Avocat associé, Kennedys AARPI,
Chargé d'enseignement à l'Institut des Assurances de Paris-Dauphine et à l'université du Mans



Selon l'article 233 du Code de procédure civile (CPC), « le technicien, investi de ses pouvoirs par le juge en raison de sa qualification, doit remplir personnellement la mission qui lui est confiée ». Au visa de cet article, la Cour de cassation précise, selon une jurisprudence constante, que « les actes effectués en méconnaissance de l'obligation incombant [à l'expert] d'accomplir personnellement sa mission ne peuvent valoir opérations d'expertise »¹. En d'autres termes, les opérations d'expertise déléguées à un tiers sont nulles et les juges du fond appliquent régulièrement cette solution de principe².

Sous cette réserve, l'expert judiciaire peut être assisté d'un sapiteur et d'un collaborateur :

- l'article 278 du CPC autorise l'expert judiciaire à s'adjoindre les services d'un sapiteur pour répondre à des questions techniques qui ne relèvent pas de sa spécialité³. Il convient toutefois de veiller à ce que le recours au sapiteur ait seulement pour objet d'assister l'expert dans une recherche qu'il ne pourrait pas conduire seul et non la délégation d'un chef de sa mission. Sinon, comme indiqué ci-dessus, les opérations déléguées seront entachées de nullité. Par conséquent, si l'assistance du sapiteur implique des investigations telles qu'une délégation risque d'être caractérisée, l'expert, pour éviter que les opérations soient nulles, conserve la possibilité de saisir le juge pour obtenir la désignation d'un co-expert ;
- l'article 278-I du CPC dispose que « l'expert peut se faire assister dans l'accomplissement de sa mission par la

personne de son choix qui intervient sous son contrôle et sa responsabilité ».

Ces dispositions, introduites par un décret du 28 décembre 2005⁴, codifient une pratique de l'expert consistant à confier à des collaborateurs l'exécution de certaines tâches matérielles. L'expert doit toutefois veiller à ce que les tâches confiées ne constituent pas non plus une délégation de sa mission. Ici encore, la jurisprudence montre que la frontière entre l'assistance dans l'accomplissement de la mission et la délégation d'une partie de celle-ci peut être ténue.⁵

Si la complexité des investigations l'exige et dans la mesure où le juge l'« estime nécessaire », il est possible de nommer un ou plusieurs co-expert(s) conformément à l'article 264 du CPC⁶. La nomination de plusieurs experts permet à chacun d'eux de procéder personnellement à l'exécution du chef de la mission qui lui a été confié. Il n'est alors rédigé qu'un seul rapport et, en cas de divergence, chaque expert indique son opinion⁷.

Les situations dans lesquelles des co-experts devraient en principe être désignés sont très fréquentes. Ainsi, en matière de risque industriel, les missions d'expertise judiciaire consistent habituellement en la détermination des causes et conséquences d'un sinistre. De manière schématique, la recherche des premières implique des compétences techniques (par exemple en chimie industrielle s'il s'agit de déterminer dans quelle mesure la pollution simultanée d'un parc de machines-outils reliées entre elles en réseau est consécutive à une huile industrielle défectueuse) et celle des secondes, des compétences financières (notamment, pour reprendre le même exemple, afin de calculer la perte d'exploitation voire la perte de parts de marché résultant de l'interruption de la production). Ces deux compétences ne peuvent généralement être réunies au sein d'une même personne. Il convient alors de désigner des co-experts,

chacun d'eux devant exécuter une partie de la mission (dans l'exemple ci-dessus : un chimiste qui déterminerait les causes du sinistre et un financier qui évaluerait ses conséquences). Les avantages de la désignation de co-experts sont notamment :

- d'écarter tout risque de délégation d'un chef de la mission à un tiers (et donc d'annulation des investigations) ;
- de permettre l'analyse des conséquences du sinistre parallèlement à celle de ses causes (et non après), afin de réduire autant que possible le délai de l'expertise.

Pour autant, l'expérience montre que la nomination de co-experts reste peu fréquente en pratique⁸. En effet, la tendance reste la nomination par l'expert judiciaire d'un sapiteur. Les juges désignent ainsi souvent comme expert judiciaire celui compétent pour déterminer les causes du sinistre, lequel s'adjoindra les services d'un sapiteur pour évaluer ses conséquences. La délégation d'un chef de la mission peut alors être caractérisée et entraîner la conséquence que l'on sait : l'annulation des opérations déléguées.

Cependant, si la sanction est radicale, sa portée reste limitée. En effet, il est de jurisprudence constante que « les éléments d'un rapport d'expertise annulé [...] peuvent être retenus à ce titre [...] s'ils sont corroborés par d'autres éléments du dossier »⁹. En d'autres termes, le rapport annulé peut être pris en considération par le juge du fond dès lors qu'il ne constitue pas l'unique fondement de sa décision. Cette solution est admise de longue date : « il n'était pas interdit à la Cour d'appel, dans l'exercice de son pouvoir souverain d'appréciation, de puiser des renseignements complémentaires dans une expertise [...] dont elle avait constaté le caractère irrégulier »¹⁰.

Le régime du rapport d'expertise annulé est donc finalement le même que celui du rapport d'expertise (judiciaire ou amiable) réalisé de manière non contradictoire¹¹.

Alexis Valençon

Références :

[1] A titre d'exemple : Cass. 3ème civ., 26 novembre 2008, pourvoi n°07-20.071.

[2] CA Douai, 19 septembre 2013, RG n°11/05846 ; CA Metz, 6 juin 2013, n°11/03612 ; CA Orléans, 29 mai 2013, RG n°11/02497 ; CA Douai, 12 avril 2013, RG n°12/01004.

[3] Article 278 du CPC : « L'expert peut prendre l'initiative de recueillir l'avis d'un autre technicien, mais seulement dans une spécialité distincte de la sienne ».

[4] Décret n°2005-1678 du 28 décembre 2005 relatif à la procédure civile, à certaines procédures d'exécution et à la procédure de changement de nom.

[5] Cass. 3ème civ., 26 novembre 2008, n°07-20.071.

[6] Article 264 du CPC : « Il n'est désigné qu'une seule personne à titre d'expert à moins que le juge n'estime nécessaire d'en nommer plusieurs ».

[7] Article 282 du CPC : « Il n'est rédigé qu'un seul rapport, même s'il y a plusieurs experts ; en cas de divergence, chacun indique son opinion ». Les cas de divergence restent cependant exceptionnels puisque, par hypothèse, chacun des co-experts intervient dans un domaine distinct.

[8] Un auteur considère ainsi que « la collégialité en matière d'expertise [...] n'est pas exempte de pesanteurs de plusieurs natures, en ce sens qu'elle est plus onéreuse, plus longue et plus difficile à divers points de vue » (M. Olivier, Modalités pratiques d'application des dispositions de l'article 278 du nouveau Code de procédure civile, Gaz. Pal. 18 mai 2000, n°139, 11).

[9] Cass. 2ème civ., 23 octobre 2003, pourvoi n°01-15.416 ; v. également Cass. 1re civ., 16 décembre 2003, pourvoi n°00-14.969 ; Cass. 1ère civ., 11 décembre 1979, pourvoi n°78-14.431.

[10] Cass. 1ère civ., 11 décembre 1979, pourvoi n°78-14.431.

[11] Cass. 3ème civ., 18 février 2016, pourvoi n°15-12.279 ; Cass. 1ère civ., 11 juillet 2018, pourvoi n°17-17.441, 17-19.581 :

« Vu l'article 16 du code de procédure civile ;

Attendu que, si un rapport d'expertise judiciaire n'est opposable à une partie que lorsqu'elle a été appelée ou représentée au cours des opérations d'expertise, le juge ne peut cependant refuser de prendre en considération ce rapport, dès lors qu'il a été régulièrement versé aux débats et soumis à la discussion contradictoire des parties ; qu'il lui appartient alors de rechercher s'il est corroboré par d'autres éléments de preuve ».

PAROLES D'AVOCATS

LES ENJEUX DE L'INTRODUCTION D'UN RÉGIME DE RÉPARATION DU PRÉJUDICE ÉCOLOGIQUE DANS LE CODE CIVIL

Carine Le Roy-Gleizes – avocat associée – Foley Hoag



La loi du 8 août 2016 sur la biodiversité a introduit dans le Code civil (aux articles 1246 et suivants) un régime de réparation, par le juge, du préjudice écologique entendu comme les atteintes au milieu naturel, indépendamment de ses répercussions sur les personnes et/ ou les biens.

Avant cette loi, le juge judiciaire avait déjà octroyé des dommages et intérêts tendant à la réparation d'un préjudice écologique. Les différentes affaires en la matière comme celle, emblématique, de l'Erika, l'affaire de la pollution de la plaine de la Crau ou encore l'affaire de Donges ont néanmoins révélé les difficultés auxquelles ont été confrontées les différents acteurs au procès (juge, avocats, experts etc.) pour identifier, évaluer et réparer le préjudice écologique. Par ailleurs, depuis la loi sur la responsabilité environnementale de 2008, dite « LRE », le Préfet peut notifier au responsable d'un dommage écologique causé par des activités professionnelles, des prescriptions tendant à la réparation en nature de ce dommage.

Le régime de réparation du préjudice écologique dans le Code civil présente, à plusieurs égards, des différences avec celui de la LRE et son champ d'application est plus large. Ces deux régimes sont, tout d'abord, de nature différente : le régime du Code civil permet un recours (largement ouvert) au juge, alors que la LRE a mis en place un régime de police administrative placé essentiellement sous l'égide du Préfet. Ces régimes ne s'appliquent, en outre, pas nécessairement à un dommage de même gravité : le préjudice écologique peut consister, en l'absence de critères posés par le texte, aussi bien en un dommage écologique grave ou de moindre

gravité, alors que la LRE s'applique exclusivement en cas de dommage grave (au regard des conditions posées par le texte de la LRE). Ont pu, à cet égard, être considérés comme graves au titre de la LRE, des dommages causés à l'environnement par les ruptures accidentelles de digues de bassins survenues en 2010 en Hongrie ou encore en Roumanie. Le déversement accidentel de produits chimiques contenus dans un camion-citerne, survenu dans le Gave d'Aspe en 2007, aurait également pu entrer dans les prévisions de la LRE si celle-ci avait été adoptée au moment du dommage. Les deux régimes se distinguent notamment s'agissant des règles de prescription et d'application dans le temps: l'action en réparation devant le juge judiciaire se prescrit par dix ans, alors que la responsabilité environnementale au titre de la LRE se prescrit par trente ans et qu'elle ne s'applique pas lorsque le fait générateur du dommage est survenu avant le 30 avril 2007 ou résulte d'une activité ayant définitivement cessé avant cette date. Une autre distinction tient au fait de devoir établir, ou non, l'existence d'une faute pour engager la responsabilité de l'auteur du dommage : le nouveau régime n'impose, a priori, pas d'établir l'existence d'une faute, alors que la LRE prévoit une responsabilité objective pour des activités figurant dans une liste et une responsabilité pour faute ou négligence pour les activités non-listées. Enfin, les modes de réparation du dommage varient : la LRE prévoit uniquement une réparation du dommage écologique en nature, alors que le nouveau régime prévoit aussi le versement de dommages et intérêts en cas d'impossibilité de droit ou de fait de réparer le dommage en nature, ou d'insuffisance des mesures de réparation.

Nonobstant leurs différences, le nouveau régime de réparation du Code civil et celui de la LRE sont concurrents. Pour un même dommage écologique, le préfet pourra, en effet, intervenir et le juge être saisi. Cela soulève des questions au regard du principe de la réparation intégrale du préjudice, règle fondamentale de la responsabilité civile selon laquelle

un même dommage ne saurait être réparé deux fois. Bien qu'il soit prévu, à cet égard, que l'autorité administrative prenne en compte les mesures prises, le cas échéant, par le juge judiciaire, et inversement, les opérateurs d'activités susceptibles de causer des dommages écologiques peuvent difficilement anticiper les conséquences de l'articulation entre deux régimes dont les concepts sont différents.

Si l'objectif de l'introduction d'un nouveau régime de réparation dans le code civil était de mettre fin à un foisonnement des interprétations et aux contradictions de jurisprudence, celles-ci risquent, en réalité, de perdurer compte tenu de l'imprécision de la notion de préjudice écologique, définie par le Code civil comme une « atteinte non négligeable aux éléments ou aux fonctions des écosystèmes ou aux bénéfices collectifs tirés par l'homme de l'environnement », alors même que la problématique environnementale est d'une extrême complexité et qu'il n'existe pas de juridictions spécialisées en matière d'environnement. Cette imprécision a conduit de nombreuses parties prenantes à demander la parution de guides méthodologiques. Le Commissariat général au développement durable (CGDD) a, à ce titre, publié sur le site internet du Ministère de la Transition écologique et solidaire, dans la « collection Théma », le guide « Comment réparer des dommages écologiques de moindre gravité », en mai 2017, et le guide « Comment réparer des dommages écologiques graves ? », en décembre 2018. Ces guides ont été élaborés par un groupe de travail composé d'experts, tels que le bureau d'études BIOTOPE, et d'acteurs de terrain, notamment des DREAL. Les entreprises n'ont, quant à elles, pas été associées à ce projet. Ces guides indiquent qu'ils ne présentent pas de « caractère normatif » mais viennent simplement en aide à l'application du nouveau régime de réparation introduit dans le Code civil. Ils proposent tous deux une méthode intitulée « méthode d'évaluation biophysique » (MEB). L'un ou l'autre des guides doit être utilisé selon la gravité (grave ou moins grave) de l'atteinte à l'environnement. Cependant, ils ne définissent pas ce qu'est un dommage « grave » ou de « moindre gravité » et ils ne permettent, par ailleurs, en aucun cas de caractériser un préjudice écologique au sens du Code civil (l'atteinte non négligeable). Les guides permettent uniquement de dimensionner une mesure de

réparation « de façon à ce que les gains que cette dernière générera soient égaux aux pertes engendrées par le dommage ». Or, dans le cadre d'un contentieux, le juge sera nécessairement amené à caractériser, au préalable, l'atteinte non négligeable à l'environnement, avant de déterminer une mesure de réparation. Les guides distinguent, en outre, la mesure de réparation de la mesure de « remise en état » qui « vise à permettre ou accélérer le retour du site à son état initial », et non seulement à compenser par des gains écologiques équivalents les pertes engendrées par le dommage. S'agissant du lien entre la MEB et les « méthodes d'équivalence » prévues par la LRE (dont la méthode HEA – Habitat Equivalency Analysis), le guide de mai 2017 indique que « ces dernières nécessitent la mobilisation de données de terrain très importantes et sont peu adaptées à des dommages de moindre gravité » et le guide de décembre 2018 indique que la MEB « est plus précise dans la mesure où elle intègre des critères écologiques qui feront la qualité de la réparation proposée ». La pratique montrera comment sont appliquées ces différentes méthodes et quelle est leur pertinence.

Afin de guider efficacement les acteurs du nouveau régime, il serait désormais également utile que les différentes parties prenantes (représentants des entreprises, de l'Etat, des juridictions, des associations, des collectivités locales) puissent échanger et déterminer des lignes directrices sur les questions essentielles que sont l'existence d'une éventuelle impossibilité de droit ou de fait ou d'une insuffisance des mesures de réparation en nature, ou encore la détermination du montant des dommages et intérêts pouvant être alloués ainsi que l'aptitude du demandeur à les affecter à la réparation de l'environnement. Une réflexion pourrait également être utilement menée sur la question de la spécialisation et/ou de la formation des juridictions, ainsi que sur la sélection et la formation des experts judiciaires auxquels les juridictions pourront avoir recours (notamment en repensant la nomenclature des spécialités des experts). Se pose, enfin, la question de l'assurabilité de ces dommages, les assureurs étant perplexes sur les conséquences du nouveau régime du Code civil, compte tenu de l'imprécision des concepts.

Carine Le Roy-Gleizes

FICHE TECHNIQUE D'ANALYSE

RÉSONANCE MAGNÉTIQUE NUCLÉAIRE (RMN) DES SYSTÈMES SOLIDES

Jacques Fraissard, Expert (H) près la Cour d'Appel de Paris, agréé par la Cour de Cassation



Les spectres RMN des milieux isotropes liquides ou gazeux sont formés de raies très fines dont l'ensemble dépend de l'environnement électronique des noyaux détectés et de leurs interactions mutuelles. Leur analyse permet de définir la structure chimique des composés étudiés.

Dans le cas des solides, milieux anisotropes, plusieurs influences, autres que celles mentionnées ci-dessus, sont très importantes par suite de la restriction des mouvements moléculaires. Les spectres présentent généralement des raies très larges, sans structure, ce qui nuit à la caractérisation de la matière étudiée. Diverses manipulations, purement techniques, permettent d'affiner ces raies et d'obtenir ainsi des spectres présentant la même résolution que pour les liquides et les gaz [1,2].

Exemples d'applications

La RMN de l'état solide permet maintenant l'identification des fonctions chimiques, la caractérisation structurale et conformationnelle des matériaux et la mise en évidence des défauts de structure. Cette technique s'applique à une grande variété de solides: organiques et inorganiques tels que verres, solides micro/mésoporeux, silices et aluminosilicates, polymères, molécules biologiques, ainsi qu'à la catalyse hétérogène [1,3]. Nous donnons ci-après quelques exemples.

Les zéolites et les silices

Les zéolites sont des silicoaluminates cristallisés qui sont parmi les catalyseurs les plus utilisés dans l'industrie, en

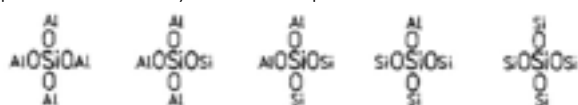


Fig. 1 : Différents environnements possibles des Si et Al dans une zéolite

particulier dans le domaine de la pétrochimie qui représente un marché de 7 à 8 mille milliards \$/an. La structure est constituée d'un ensemble de tétraèdres SiO_4 et AlO_4 comme le montre la figure 1.

Les positions et les intensités des signaux du silicium central sont caractéristiques de ces cinq environnements locaux. La distribution de ceux-ci définit la propriété du catalyseur et doit donc être adaptée à la réaction chimique envisagée. Mais la RMN de Si et/ou Al est aussi importante dans de nombreux autres domaines, entre autre pour caractériser la qualité d'un matériau. Par exemple elle a permis d'expliquer la désagrégation de fours fonctionnant à plus de 1000°C sous atmosphère d'hydrogène et construits avec une silice qui n'aurait pas dû contenir des atomes Al dans son réseau.

Catalyseurs métalliques

Bien que très larges les spectres RMN sont caractéristiques des métaux et mettent en évidence la formation d'alliages ou la présence de simples impuretés comme le montre le spectre du platine « incrusté » de chrome (Fig. 2). Au niveau industriel cela a permis, par exemple, de comprendre l'empoisonnement des catalyseurs métalliques au cours de réactions chimiques.

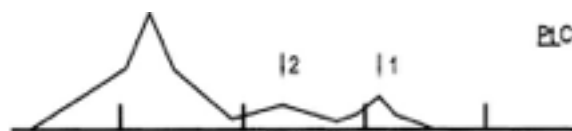


Fig. 2 : Spectre RMN de Pt contenant des particules de Cr. Les pics 1 et 2 correspondent au signal des atomes Pt proches de particules de Cr de deux tailles différentes.

Archéologie : Pyramides d'Égypte et bleu Maya

La RMN des solides est aussi très importante en archéologie. Ainsi, Joseph Davidovits, spécialiste des ciments et bétons, mais aussi égyptologue renommé, a constaté par RMN de Si et Al que de nombreuses pierres des pyramides égyptiennes contenaient l'hydro-sodalite, produit chimique qui n'existe pas à l'état naturel dans les contrées où celles-ci ont été élevées [4]. Il en a conclu que ces pierres avaient été

synthétisées in situ, en utilisant les matériaux des carrières proches des pyramides, suivant la méthode proposée par Imhotep, architecte du Pharaon Djoser qui a élevé la première pyramide à Saqqarah (2630-2605 bc). Diverses techniques et nouvelles lectures des hiéroglyphes ont ensuite confirmé cette hypothèse qui reste cependant sujette à caution pour d'autres égyptologues.



Fig. 3 : Soldat Maya sur une fresque

On a pu aussi, par RMN, expliquer la synthèse et la stabilité du bleu maya qui orne les fresques murales, situées le plus souvent à l'extérieur, depuis 3 ou 4000 ans. (Fig.3).

Plongée dans l'eau, en présence de l'argile palygorskite, la plante locale Añil désorbe de petites molécules d'un composé appelé indoxyle, qui peuvent diffuser facilement dans les micropores de l'argile. Sous l'effet de la chaleur et des UV de ce pays, deux molécules d'indoxyle dans un même pore réagissent pour donner une molécule d'indigo, deux fois plus grande et qui reste piégée dans le solide [5].

Imagerie par résonance magnétique nucléaire

L'imagerie médicale (IRM) classique repose sur la RMN-H de l'hydrogène de l'eau localisée dans les différentes parties du corps. Le domaine le plus innovant actuellement est l'imagerie fonctionnelle caractérisant un état instantané. Par

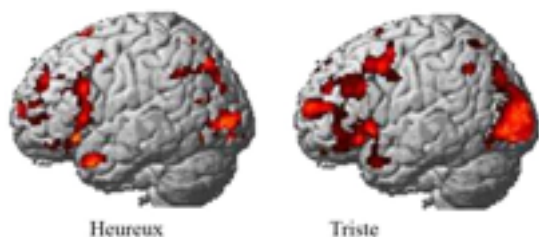


Fig. 4 : Images du cerveau suivant les pensées du patient

exemple la figure 4 montre les zones du cerveau réagissant suivant que l'on se sent heureux ou triste [6].

En outre des techniques indirectes sont maintenant utilisées. Ainsi la figure 5 représente des images RMN du xénon

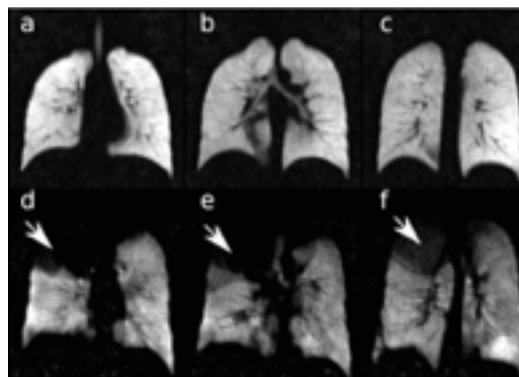


Fig. 5 : Poumons de volontaires : a, b, c: sujets en bonne santé; d, e, f: maladie pulmonaire obstructive chronique

localisé dans les poumons de personnes ayant respiré de l'air enrichi de ce gaz inerte [7].

L'imagerie de l'état solide est très importante pour l'industrie, entre autre pour mettre en évidence les défauts ou les qualités des polymères. La figure 6 représente l'image RMN-H d'un bâtonnet d'époxy renforcé de fibres de verre et qui a trempé dans l'eau. Les zones rouges reflètent de fortes concentrations d'eau là où il existe un niveau élevé de désordre structurel.

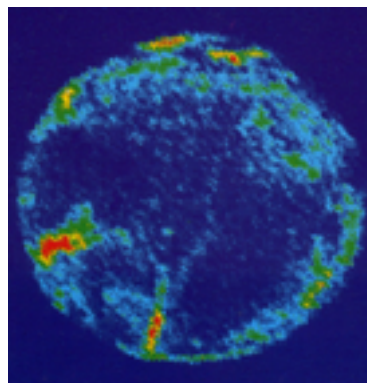


Fig. 6 : Bâtonnet d'époxy renforcé de fibres de verre présentant des défauts de structure

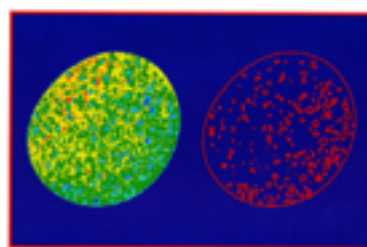


Fig. 7 : à gauche, image de mousse de polyuréthane remplie d'eau; à droite, contour en rouge donnant la taille et la distribution des pores.

De même la figure 7 précise la porosité d'une mousse de polyuréthane. Par contre la figure 8 met en évidence l'homogénéité d'un tube de caoutchouc d'épaisseur 5mm,

tout au moins dans la limite de la résolution de l'image (2 μ m).

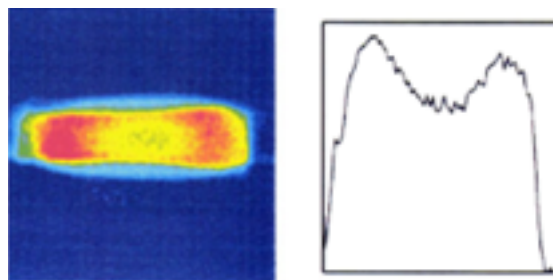
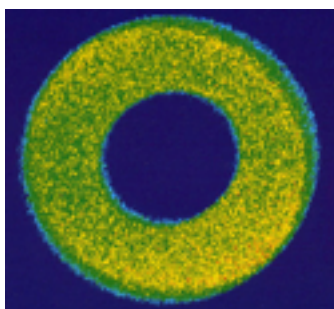


Fig. 10 : Distribution de trichloréthylène dans un PVC étiré après 30 h d'immersion. Rouge et jaune : forte et faible densité de trichloréthylène (gauche) ; profil de concentration dans le sens de l'étirement (droite).

Diffusion

La RMN des solides est la technique principale pour l'étude de la diffusion des gaz ou des liquides dans les solides poreux [9]. Elle s'applique à de nombreux domaines industriels : réactions chimiques, purification des gaz (par exemple le méthane pour les moteurs) et des atmosphères polluées (sous-marins), catalyseurs, matériaux de construction, polymères, etc.

Les catalyseurs solides sont souvent constitués de petits comprimés cylindriques chimiquement inertes imprégnés d'une phase active pour la réaction choisie. La RMN permet de suivre la diffusion plus ou moins homogène de l'élément actif dans le comprimé lors de sa préparation (figure 9). par RMN (figure 10).

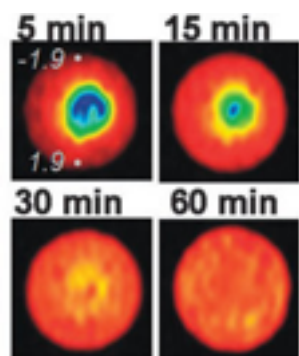


Fig. 9: Suivi de l'imprégnation d'un bâtonnet d'alumine de 3.8 mm de diamètre par une phase active à base de nickel. La concentration décroît du rouge sombre au bleu. Après 60 mn, l'imprégnation est homogène.[10]

La perméabilité des polymères à divers agents et leur gonflement sont aussi facilement détectés par RMN solide comme le montre la figure 10¹¹.

1- Fyfe C.A. *Solid state NMR for chemists* CFC Press, Guelph, Canada, 1984.

2- Gerstein B.C., Dybowski C. *Transient techniques in NMR*, N.Y, Academic Press, 1985.

3- Fraissard J. et al., *Catalysis*, 10, Springer, 1996

4- MacKenzie K. et al, *Materials letters*, 65, 350, 2011, et références mentionnées.

5- Lima et al., *J. Phys. Chem. C*, 116, 4556, 2012

6- G. Sescousse et al., *Photothèque CNRS*.

7- Dregely I. et al, *XEMAT* 2012

8- Valtier ? et al., *macromolécules*, 28 (12), 1995

9- Kärger J. et al, *Diffusion in Nanoporous Materials*. Hoboken, John Wiley & Sons, 2012,

10- Espinoza-Alonzo et al, *Jacs*, 131, 6525, 2009

11- Valtier et al, *Macromolécules*, 28(12) 1995

ARTICLE TECHNICO- SCIENTIFIQUE #1

LES RÉPERCUSSIONS SANITAIRES DES SARGASSES SUR LA CÔTE CARAÏBE.

Charlène MUDAY & Stephane PIRNAY, Pharm.D. Ph.D. ERT. expert judiciaire de la Cours d'Appel de Paris



Dérivant de l'embranchement des Ochrophyta, Sargassaceae représente une famille d'algue envahissant depuis 2001 le golfe du Mexique et la côte caraïbe.

Suite à diverses études, deux macroalgues ont pu être identifiées : *Sargassum fluitans* et *Sargassum natans*, notamment connus pour leur effet néfaste lors de leur décomposition via l'émanation de gaz toxique tel que le sulfure d'hydrogène (H_2S) qui sera essentiellement présenté.

Le Mexique ainsi que les Antilles sont les principaux territoires touchés par cette invasion. De ce fait de nombreux organismes gouvernementales notamment l'Agence régionale de santé (ARS), le Centre national de recherche scientifique (CNRS) et le ministère de la transition écologique viennent à réagir en se tournant vers la problématique des problèmes sanitaires que peuvent engendrer les Sargasses.

Se pose alors comme problématique : Quelles sont les conséquences sanitaires induites suite à la putréfaction des Sargasses sur les côtes caribéennes et mexicaines ?

Pour comprendre l'évolution et l'invasion de ces algues au sein de l'océan Atlantique, il est important de se renseigner sur leur type. Le genre *Sargassum* est du type planctonique ; par définition le plancton regroupe l'ensemble des organismes aquatiques vivants qui ne peuvent pas s'opposer aux courants, c'est-à-dire qu'il se caractérise par sa flottabilité. Les macroalgues sont présentes essentiellement à deux niveaux, tant au large que sur le littoral. Elles ont pour habitude de suivre les courants parcourant l'Atlantique dans l'hémisphère Nord. Au large, elles contribuent à tout un écosystème marin, elles sont même considérées comme d'excellentes nurseries, car elles permettent d'attirer de nombreux poissons venant se nourrir sous ces radeaux flottants. A contrario quand elles atteignent le littoral elles deviennent alors un problème de santé publique pour la population. Prenant la forme de nappes flottantes elles renferment des métaux lourds qu'elles émettront lors de leur décomposition (figure 1).



Fig. 1 : Nappes flottantes de Sargasse sur le littoral de la Martinique.

Ainsi regroupées, les sargasses empêchent la lumière de passer à travers l'eau, cela se répercute par la mort de nombreux organismes marins et végétaux sous-jacent menant à un dérèglement de l'écosystème marin au niveau des eaux côtières.

Ces algues brunes ont envahi les Outre-mer depuis 2017, ce phénomène s'oriente majoritairement sur des origines humaines tel l'élévation de la température océanique ; étroitement lié au réchauffement climatique.

Mais aussi, les sargasses reçoivent un apport de nutriments considérable leur permettant alors de combler leur déficit métabolique. En effet, les nutriments proviennent des terres agricoles lessivées lors de forte pluies et sont ainsi déversés au sein de l'océan Atlantique.

Enfin, la déforestation y joue également un rôle majeur, car les arbres déracinés n'empêchent plus la retenue des sols et finissent leur trajet dans l'océan.

De ce fait toutes ces causes contribuent à un apport nutritif supplémentaire en faveur de l'expansion des Sargasses présent sur la côte Caraïbe et le Golfe du Mexique. L'invasion des Sargasses ne laisse présager rien de bon notamment au niveau de la santé publique caribéenne et au niveau écologique.

Des gaz toxiques tel que l'hydrogène sulfuré, et l'ammoniac émanent lors de la décomposition des sargasses induisant ainsi un problème de santé publique notable chez la population caribéenne.

Le sulfure d'hydrogène est composé d'un atome de soufre et de deux hydrogènes lui conférant un caractère inflammable, incolore, ainsi qu'une odeur nauséabonde très toxique pour l'homme.

Des études menées chez l'être humain ont montré qu'à des concentrations atteignant les 500ppm une perte de connaissance avec détresse respiratoire (dyspnée et

cyanose), des atteintes cardiaques (tachycardie, fibrillation) et de l'hypotension peuvent être observés. Des effets neurologiques (céphalées, troubles du comportement, amnésie...), oculaires (conjonctivite) et métaboliques (acidose intense) peuvent également intervenir. La dose la plus faible entraînant un effet toxique (LOAEL) est de 2,8 mg/m³ chez les asthmatiques. Au cas extrême une exposition de courte durée à un seuil élevé (500 à 1000 ppm) entraîne une paralysie des voies aériennes conduisant à la mort.

A long terme la toxicité est moins bien définie, les effets peuvent correspondre à des troubles neurophysiologiques, respiratoires, oculaires...

Des avortements spontanés ont aussi été observés chez des femmes exposées au sulfure d'hydrogène.

Ci-dessous figure les seuils de toxicité de l'H₂S exprimée en partie par million (ppm) en fonction du temps (Figure 2); ainsi que ses effets sur la santé en fonction du seuil (Tableau 1)

H ₂ S (en ppm)	EFFETS
0.002 -0.2	SEUIL OLFACTIF
3 - 5	ODEUR FORTE
10	LIMITE OPERATIONNELLE D'EXPOSITION
10 - 50	IRRITATION OCULAIRE
50 - 100	TROUBLES OCULAIRES GRAVES
250	PERTE DE L'ODORAT
300 - 500	TROUBLES RESPIRATOIRES GRAVES - DANGER MORTEL
500 - 1000	TROUBLES GRAVES DU SYSTEME NERVEUX CENTRAL, PARALYSIE RESPIRATOIRE
1000	MORT IMMEDIATE

Concernant ses effets sur l'environnement le H₂S est dangereux pour la faune aquatique. Dans l'air H₂S est facilement oxydé par O₂ ou O₃ en SO₂ qui évolue en final en H₂SO₄ menant à des pluies acides. Celles-ci s'attaquent à certains métaux et provoquent l'érosion de nombreux bâtiments. Concernant la santé, les pluies acides entraînent des problèmes respiratoires.

De nombreuses perspectives sont à envisager face à l'invasion des sargasses.

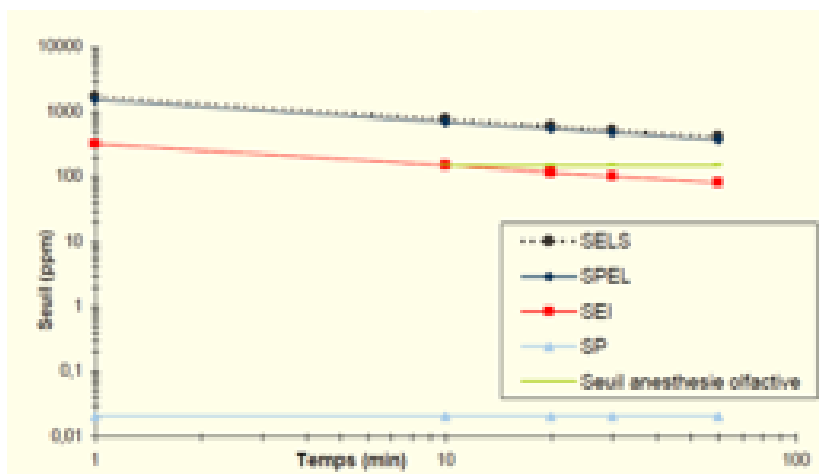


Fig. 2 : Seuils de toxicité et seuil de perception lors d'émission de l'Hydrogène sulfuré

Légende :
 SELS : Seuil des Effets Létaux Significatifs
 SPEL : Seuil des Premiers Effets Létaux
 SEI : Seuil des Effets Irréversibles
 SP : Seuil de perception

Plusieurs projets sont en cours dont la valorisation des sargasses dans de nombreux domaines d'applications, comme par exemple son utilisation en tant que bioplastique. En effet des échantillons d'algues sont à l'étude en Bretagne pour un projet d'utilisation de la sargasse comme charge naturelle dans la fabrication de plastique. Les sargasses sont également totalement compostable et sont l'objet d'étude pour une exploitation en tant que fertilisant.

Références:

1- INRS : Fiche toxicologique FT 32 - <https://travail-emploi.gouv.fr/sante-au-travail/prevention-des-risques-pour-la-sante-au-travail/autres-dangers-et-risques/article/hydrogene-sulfure>
 2- Lijing CHENG, Jiang ZHU, 2017 was the Warmest Year on Record for the Global Ocean", , International Center for Climate and Environment Sciences, Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100029, China, 16 January 2018.
 3-Protection de l'environnement, Climat et développement durable <http://www.vedura.fr/contact>, <http://www.vedura.fr/environnement/climat>
 4- DEAL Guadeloupe, Guide pratique pour la Caraïbe Traduit de l'anglais par Françoise Miranne-Parole et Nady Vial-Cabrera, responsable de la Coopération Internationale. http://www.guadeloupe.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/CAST_VF_pdf.pdf
 5- DEAL Guadeloupe, Les sargasses : questions/réponses http://www.guadeloupe.developpementdurable.gouv.fr/IMG/pdf/Note_Sargasses_competences_DEAL_Direction_19_Juin2015.pdf
 6-Guyane. Gouvernement Français, http://cgedd.documentation.developpement-durable.gouv.fr/documents/cgedd/010345-01_rapport.pdf

7- Institut Français de la Mer Comité Toulon Provence Corse, 2016. Les algues sargasses : fléau ou opportunité. http://www.ifmer.org/assets/documents/files/documents_ifm/Les-algues-sargasses.pdf

10-[https://www.afcan.org/dossiers_techniques/h2s.html\(tableau\)](https://www.afcan.org/dossiers_techniques/h2s.html(tableau))

11- Fiche résumé toxico écotoxicologique chimique n°6 de l'Association Toxicologie-Chimie de Paris).<http://atctoxicologie.free.fr/archi/bibli/H2S%20FRTEC.pdf>

12- INERIS – Émission accidentelles de substances chimiques dangereuses dans l'atmosphère seuils de toxicité aiguë de l'hydrogène sulfuré.

ARTICLE TECHNICO - SCIENTIFIQUE #2

LA FABRICATION DU SUCRE DE BETTERAVE

Patrice SAINTHÉRANT -Expert près la Cour d'Appel d'Amiens, Expert près la Cour Administrative d'Appel de Douai Administrateur de la Compagnie Nationale des Experts Judiciaires de la Chimie, Membre de la Compagnie des Ingénieurs Diplômés Experts près les Cours d'Appel et les Juridictions Administratives



La production sucrière annuelle mondiale de sucre s'établit autour de 180 millions de tonnes. Elle est à 75% issue de la canne à sucre, les 25% restants étant d'origine betteravière, seule culture sucrière possible sous nos latitudes.

La consommation mondiale de sucre suit bon an mal an l'évolution de la population. Si les pays occidentaux

diminuent progressivement leur consommation, les pays en développement l'augmentent, générant au niveau mondial depuis cinquante ans une consommation stable per capita. En Europe et en France la production sucrière est essentiellement issue de la betterave sucrière. Au début du XIXème siècle, seule la canne à sucre permet aux populations de goûter aux douceurs du sucre. Les guerres napoléoniennes et le blocus isole La France de sa source unique d'approvisionnement, les Antilles. C'est le début de l'aventure sucrière associée à la betterave.

En France, les betteraves sont aujourd'hui produites par 27 000 agriculteurs sur environ 400 000 ha pour une production de l'ordre de 38 millions de tonnes de betteraves destinées à la production sucrière pure mais aussi à la production d'éthanol (carburant) et d'alcool (spiritueux).

La France, premier producteur européen, produit annuellement environ 4,5 millions de tonnes de sucre dans 25 sucreries appartenant à 5 sociétés sucrières, les deux plus importantes comptant pour environ 80% de la production étant des coopératives agricoles.

Desserts, pâtisseries et confiseries auxquels est associé le sucre sous ses innombrables formes sont inscrits au patrimoine culturel des traditions culinaires et gastronomiques, ils sont souvent l'occasion de moments de partage et de convivialité. Le sucre par leur intermédiaire véhicule une image de plaisir et de douceur même s'il fait l'objet depuis quelques années d'une attaque en règle. Il

est en effet de plus en plus décrié par les médecins et les nutritionnistes au point même d'être parfois comparé aux stupéfiants !

Derrière ces considérations de nutrition largement mâtinées de marketing et d'intérêts économiques comme politiques se cachent, à l'abri de l'intérêt des consommateurs, des technologies spécifiques auxquelles se sont intéressés et s'intéressent toujours des agronomes, des ingénieurs et



techniciens passionnés par l'extraction, la purification et la cristallisation du saccharose en milieu impur.

On ne peut aborder les procédés d'extraction du sucre sans s'arrêter quelques instants sur la nature et la composition chimique de la betterave sucrière

La betterave est une plante bisannuelle qui reste végétative la première année, pendant laquelle se développent uniquement le bouquet foliaire et la racine. Le sucre ou saccharose s'accumule dans ses tissus cellulaires pour constituer d'importantes réserves. En automne, la racine est récoltée et transformée par l'industrie sucrière. La teneur en sucre de la betterave varie d'une année à l'autre en fonction de la météo observée pendant la phase végétative de la plante, elle se situe entre 16 et 20%. Cette teneur en sucre a considérablement augmenté au fil des années grâce aux progrès de la génétique réalisés par la sélection des variétés et à l'amélioration des pratiques culturales.

Le sucre est contenu dans les cellules de la betterave qui contient 75% d'eau. Les 25% restants, représentant l'extrait sec, sont composés des membranes cellulosiques (5%), de sels minéraux (Na, K, Mg...), de sucre (saccharose), de matières pectiques, d'acides organiques et de matières azotées.

Le sucre est produit par la plante grâce à la photosynthèse qui consiste à transformer l'énergie lumineuse en énergie chimique en métabolisant le dioxyde de carbone et en synthétisant les sucres.

La tâche du sucrier consiste donc à extraire le saccharose et à valoriser au mieux les autres constituants de la betterave et les sous-produits.

Transport et stockage : Les sucreries modernes ont, en Europe de l'ouest, des capacités journalières de traitement allant de 10 000 à 20 000 tonnes de betteraves par jour. La première opération industrielle consiste donc à acheminer les betteraves à l'usine. L'importance des tonnages mis en jeu permet de comprendre l'existence de ces norias de camions sillonnant les routes à l'époque de la récolte que les sucriers dénomment « Campagne sucrière »

Lavage : Les betteraves, reprises du stockage ou 'débaucées' directement des camions sont acheminées par bandes transporteuses ou par des systèmes de caniveaux hydrauliques vers l'unité de lavage où elles sont débarrassées des impuretés (terre, cailloux, herbes et radicules... et de tous objets hétéroclites pouvant provenir du champ).



Diffusion : Une fois débarrassées des corps étrangers, les betteraves sont découpées en cossettes (sorte de lanières aux formes spécifiques) dans les coupe-racines. Les cossettes après chauffage alimentent le ou les tambours de diffusion dans lesquels elles circulent à contre-courant d'un flux d'eau chaude. Les composés solubles de la betterave migrent dans l'eau par osmose. Le jus de diffusion sort en tête de diffuseur et les cossettes épuisées de leur sucre en queue. Ces dernières constituent les pulpes destinées à l'alimentation animale après pressage et déshydratation.

Épuration : Le jus de diffusion contient le sucre qui est passé en solution, mais aussi les impuretés ou non-sucres qui sont dissoutes ou en solution colloïdales. Un traitement à la chaux provoque la précipitation des impuretés. Il est suivi par une double carbonatation (injection de CO₂) qui sert à reprécipiter la chaux entraînant ainsi les impuretés. Les

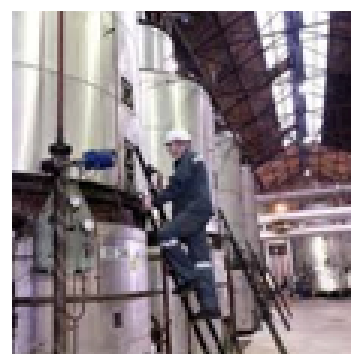


boues (impuretés et chaux précipitées) sont séparées du jus épuré contenant le saccharose par filtration.

La sucrerie produit les deux auxiliaires de l'épuration, chaux et CO₂, dans un four à chaux dans lequel des pierres calcaires sont calcinées par la combustion de coke

pour fournir la chaux vive et le CO₂. Les boues pressées constituent les écumes. Riches en calcium, elles sont épandues comme amendement calcaire en agriculture.

Évaporation : Elle va permettre de concentrer ce jus épuré qui contient encore 85% d'eau jusqu'à obtenir un sirop contenant environ 70% de sucre correspondant à une concentration proche de la saturation. Cette évaporation s'effectue dans plusieurs évaporateurs en série dans lesquels la pression est abaissée du premier effet d'évaporation au dernier (5 voire 6 effets) permettant de diminuer le point d'ébullition de la solution et ainsi d'éviter les colorations intempestives.

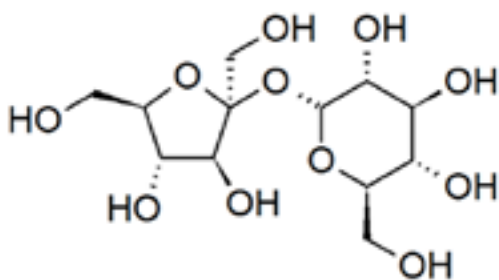
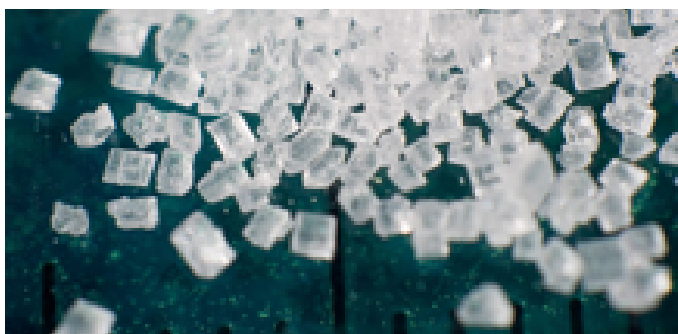


Cristallisation : La cristallisation est l'ultime étape de l'extraction et de la purification du sucre. Elle consiste à sortir le saccharose du milieu sous forme solide (cristaux) et ainsi le séparer des impuretés résiduelles solubles, qui seront alors concentrées dans la solution terminale, la mélasse.

Le sirop (sirop 0) alimente les appareils à cristalliser (ou cuites) dans lesquels la cristallisation est provoquée sous vide partiel, en ensemençant le sirop amené à sursaturation avec des germes de sucre (≈ 10 microns). L'ensemencement permet de contrôler la granulométrie du sucre à l'inverse d'une cristallisation spontanée qui générerait la formation anarchique des grains. Les cristaux contenus dans la masse cuite sont séparés, par centrifugation, de la phase liquide (sirop 1) qui alimente le jet de cristallisation suivant. L'opération est conduite en deux ou trois étapes (jets). Le sucre de premier jet est le plus pur (saccharose à 99,9%). Les jets suivants produisent des sucres roux qui sont recyclés dans le procédé. Le sirop issu du dernier jet de cristallisation, la mélasse, contient à peu près encore 50% de sucre et la

totalité des non sucres initialement contenus dans le sirop 0 issu de l'évaporation.

Le sucre blanc issu de la cristallisation est séché puis refroidi avant d'être stocké en silo, ou conditionné en vrac ou en morceaux. On notera que contrairement à la plupart des process physico-chimiques industriels les produits les plus purs sont, dans le procédé sucrier, sortis en tête du procédé de cristallisation.



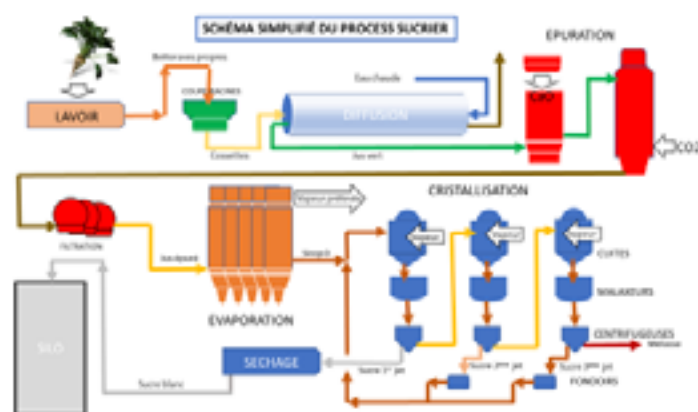
Le saccharose est un diholoside. Sa molécule est constituée d'une molécule de glucose et d'une de fructose qui sont libérées par la réaction d'hydrolyse

IDÉE REÇUE

Sucres blanc et roux peuvent indifféremment provenir de la betterave comme de la canne.

Plus le sucre est blanc, plus il est pur. Plus il est foncé, plus il contient de matières colorantes et de sels minéraux issus de la plante d'origine, d'où l'idée courante mais fautive qu'il est plus naturel, et donc meilleur pour la santé.

Autrement dit, il n'y a aucune différence entre le sucre blanc de canne et le sucre blanc de betterave



Vue aérienne de la sucrerie distillerie d'Arténay (45)

BETTERAVE – CANNE À SUCRE DANS LE MONDE



Pays producteurs de sucre de betterave ■
 Pays producteurs de sucre de canne ■
 Données CEDUS - Photos : SNFS



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 2020