

Le chlore et ses applications dans notre activité quotidienne

Jean-Paul Detournay* ingénieur

Regarder la télévision, se brosser les dents, conduire une voiture ou se regarder dans une glace, autant d'actions banales qui impliquent l'utilisation de produits contenant du chlore ou fabriqués grâce à lui. Sans chlore, de nombreux acquis de notre vie moderne n'existeraient pas. Cependant, la présence de chlore est souvent imperceptible dans le produit final et son rôle n'est pas toujours reconnu. Cet article a pour objet d'expliquer pourquoi l'utilisation du chlore est importante pour notre société et d'envisager l'avenir de ce produit.

Bien sûr, tous les objets de la vie courante ne sont pas liés au cycle du chlore. La relation entre le chlore et certains produits est cependant parfois inattendue et bien cachée. Dans la liste «à la Prévert» (tableau 1), nous estimons que seulement quatre articles échappent probablement à toute filiation au chlore.

Le chlore et la nature

La nature n'a d'ailleurs pas attendu l'homme pour reconnaître l'intérêt des composés organiques du chlore et des halogénés. La découverte de ce fait est

relativement récente. En 1990 encore, certains groupes de pression opposés au chlore n'hésitaient pas à affirmer que les produits organiques chlorés étaient étrangers au monde de la nature et, par là même, toxiques et persistants. Nous avons à présent identifié plus de 2000 composés naturels organiques halogénés¹ dont plus de 800 organiques chlorés (figure 1).

Les quantités mises en jeu sont importantes (cf. l'article de K. Naumann, p. 11)

Il est vrai que, tout comme l'homme, la nature peut prélever dans un réservoir virtuellement inépuisable de matière première : le sel de la mer qui contient en moyenne 3 % de chlorures (de sodium et de magnésium).

L'histoire du chlore

Pour l'homme, l'histoire du chlore commence en 1774, grâce à un chimiste suédois, Carl Wilhelm Scheele (1742-1786). Son procédé de fabrication était bien différent du procédé actuel. Il a en effet fait réagir de l'acide chlorhydrique et du bioxyde de manganèse :



D'ailleurs, le gaz produit ne fut pas reconnu immédiatement comme un corps élémentaire, si bien qu'il fut baptisé du nom quelque peu barbare de «acide muriatique déphlogistiqué». Il fallut attendre 1810 pour que Sir Humphrey Davy prouve le caractère élémentaire du gaz de Scheele et, 1813, pour que Gay-Lussac donne le nom définitif de «chlore».

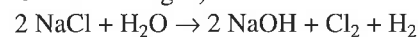
Mais entre-temps, les Français ont été les premiers à se rendre compte de la grande utilité du chlore. C'est vers

Tableau 1 - Les objets suivants sont-ils issus de la chimie du chlore ?

Objectif appareil photo
Peinture blanche pour façade
Microprocesseur Intel Pentium
Aspirine
Casque de moto
Siège voiture
Enceinte acoustique
Tubes colle Araldite
Pneu de voiture
Ballon de plage
Chaussures
Parachute
Chemise
Nivaquine (anti-malaria)
Verre de contact
Raquette de tennis
Cassette audio
Carte pour circuit imprimé
Vitamine C
Disque compact
Peinture blanche pour façade
Carte de crédit
Aspirine
Brique Légo

1790, à la Manufacture des Produits Chimiques du Comte d'Artois que Berthollet met au point une solution aqueuse de chlore destinée à blanchir la toile. Il se fait que cette manufacture se trouve sur le site du quartier de Javel : l'eau de Javel est née, et, avec elle, l'industrie du blanchiment des textiles au chlore.

Le développement de la demande pour ce débouché va conduire à rechercher de nouveaux procédés plus économiques et aboutir à la fin du XIXe siècle à la mise au point des procédés électrolytiques à diaphragme (Griesheim en Allemagne) et à mercure (Runcorn en Grande-Bretagne).



* Solvay SA, 33, rue du Prince Albert, 1050 Bruxelles, Belgique.
Tél. : +32 (2) 509 66 97.
Fax : +32 (2) 509 65 05.

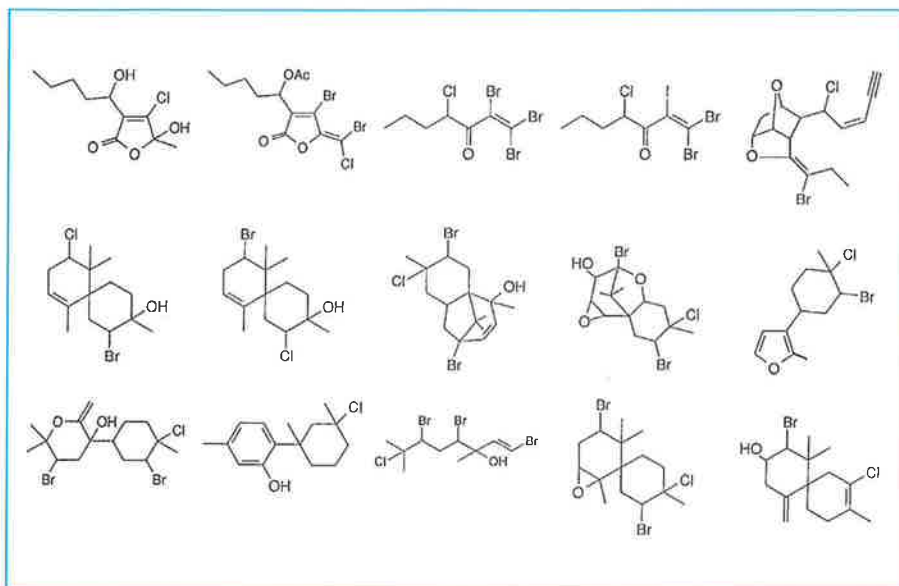
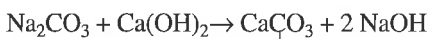


Figure 1 - Exemples de composés chlorés produits par certaines espèces de la flore marine.

Plus de 95 % de la production mondiale de Cl₂ sont assurés par ce procédé, et ceci va avoir deux conséquences importantes :

- la disponibilité de Cl₂ à un coût relativement faible va permettre le développement très important de la demande de chlore ;
- la coproduction de soude caustique (NaOH) dans un rapport fixé rigidement par la stoechiométrie (1,127 t NaOH/t Cl₂) va lier le développement de la NaOH à celui du chlore, au point que cette NaOH « fatale et coproduite » va provoquer la disparition complète vers 1950-1960, de la production de NaOH par caustification de carbonate de sodium.



Le chlore et la soude figurent actuellement parmi les dix premiers produits chimiques de base en ce qui concerne le tonnage mondial, derrière l'acide sulfurique, l'azote ou l'éthylène, mais largement devant le benzène, l'acide nitrique ou le méthanol. La production mondiale atteint environ 38 millions de tonnes Cl₂/an. Cette production peut être qualifiée d'universelle : tous les pays européens, de l'Ouest et de l'Est, sauf trois, ont au moins une électrolyse, et 85 pays dans le monde produisent du chlore. La production européenne des sociétés affiliées à Euro Chlor³ a atteint 8,4 millions de tonnes de Cl₂ en 1993, ce qui témoigne de l'importance de l'Europe dans la chimie mondiale. La France,

avec 1,4 million de tonnes Cl₂ est le deuxième pays européen, juste derrière l'Allemagne (figure 2).

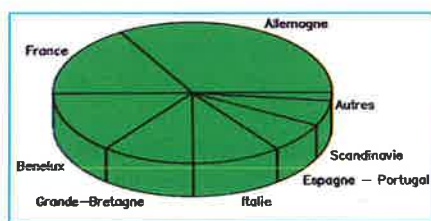


Figure 2 - Production de chlore en Europe de l'Ouest : 8 430 kt (1993).

Les usages du chlore et de la soude caustique

Le chlore est utilisé pour deux raisons essentielles :

- il apporte des caractéristiques positives au *dérivé chloré* qui sera utilisé par le consommateur final. Il en constitue d'ailleurs parfois un principe essentiel, comme dans de nombreux produits pharmaceutiques ;
- il permet d'améliorer l'efficacité des procédés de production de *dérivés souvent non chlorés*, en terme d'augmentation des rendements ou de baisse de la consommation d'énergie ou de matières premières. Dans de nombreux cas, il est même le seul médiateur permettant d'obtenir le produit final dans des conditions raisonnables d'économie et de sécurité.

La soude caustique trouve une palette d'application au moins aussi large que celle du chlore :

- elle fournit l'ion sodium pour la synthèse de produits sodiques requérant des conditions alcalines (silicates, perborates, phosphates...);
- elle assure un milieu réactionnel très basique provoquant des mécanismes de substitution ou de condensation et conduisant à des sous-produits purs et solubles, caractéristiques que des produits concurrents comme la chaux ne peuvent pas toujours assurer (par ex. pour le blanchiment de la pâte à papier ou la préparation de l'alumine, précurseur de l'aluminium).

Chaque région du monde présente évidemment ses propres caractéristiques, mais il existe une ressemblance générale des usages dans les trois grandes régions industriellement développées que sont les États-Unis, le Japon et l'Europe. Les usages du chlore en Europe Occidentale sont détaillés sur la figure 3.

Dérivés chlorés

Le PVC

La production de CVM (chlorure de vinyle monomère) et de PVC (polychlorure de vinyle) constitue de loin le principal débouché du chlore, soit pour la consommation domestique européenne, soit pour l'exportation. Le PVC est utilisé depuis plus de 30 ans dans des applications très variées, essentiellement de longue durée : chassiss de fenêtre, conduites d'eau, isolation des câbles électriques, recouvrement de sols et de toitures.

Mais il est également essentiel dans l'emballage des denrées alimentaires périssables et des médicaments, ainsi que pour fabriquer des poches à sang et

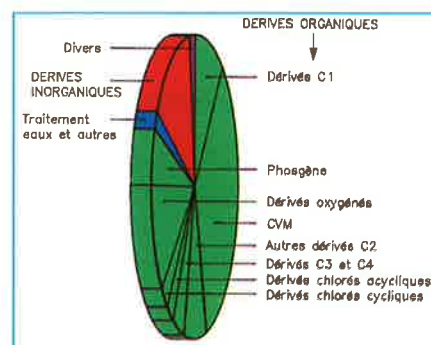


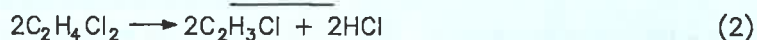
Figure 3 - Usages du chlore en Europe en 1993 (source Euro Chlor).

Schéma 1 - Étapes de la synthèse du CVM.

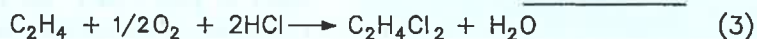
. Synthèse du dichloréthane (DCE) par chloration :



. Production de CVM par pyrolyse du DCE :



. Transformation de l'HCl coproduit en DCE par oxychloration :



des cathéters stériles, applications médicales dans lesquelles il est à ce jour irremplaçable. On l'utilise aussi pour produire une multitude d'articles qui nous sont familiers : cartes bancaires, jouets gonflables, tuyaux d'arrosage, bâches d'étanchéité, tapis de sol en vinyle entre autres. Plus de 60 % du PVC produit en Europe sont destinés au secteur du bâtiment dans des produits dont la durée de vie peut être estimée entre 10 et plus de 50 ans. Le développement de la consommation en Europe (+ 1 à + 2 % par an), aux États-Unis (+ 4 à + 5 % par an) et surtout dans les pays en décollage économique (Amérique du Sud, Asie du Sud-Est) (jusque +10 % par an) est imputable à son excellent rapport «niveau de performance/prix» - les différences de taux de croissance entre régions résultent du niveau de consommation déjà atteint actuellement, et qui est plus élevé en Europe qu'aux États-Unis et, a fortiori, qu'ailleurs. Son grand domaine de propriétés mécaniques (grâce aux additifs variés), sa capacité à être facilement imprimé, collé ou soudé, sa consommation modérée en hydrocarbures non renouvelables (0,4 kg carbone/kg PVC pour 0,85 kg carbone/kg pour les polyoléfinés) en font un produit très difficilement substituable. Plusieurs sociétés commerciales ou autorités locales qui avaient édicté une politique de bannissement du PVC ont dû faire marche arrière, le plus souvent par simple inexistence de substituts techniquement acceptables. Il n'est donc pas étonnant que le PVC soit sorti grandi des différents écoprofiles qui l'ont comparé à la plupart des matériaux concurrents (écoprofiles de Buwal en Suisse, 1991, de l'université de Berlin, 1988, de Eco Bilan SA en France, 1992 ; et d'autres en Autriche ou en Belgique).

Notons que la synthèse du PVC

produit et consomme à la fois de grandes quantités d'acide chlorhydrique au cours des trois réactions successives et bouclées qui aboutissent à la production du chlorure de vinyle monomère (CVM), dont la polymérisation conduit au PVC (schéma 1).

En pyrolyse «équilibrée», les quantités d'HCl produites à la pyrolyse et consommées à l'oxychloration sont égales, de même que les quantités de DCE issues de la chloration et de l'oxychloration.

Il est cependant possible de soutirer de l'HCl pour d'autres usages, ou d'absorber de l'HCl fatal issu d'autres procédés et qui aurait peut-être dû être détruit sans cette souplesse du procédé CVM. Dans le premier cas, il faut pousser, à CVM constant, l'allure de la chloration et ralentir celle de l'oxychloration. Dans le deuxième cas, il faut pousser l'allure de l'oxychloration et ralentir celle de la chloration.

Cette fonction de régulateur du bilan d'acide chlorhydrique, à la fois matière première essentielle et sous-produit de nombreuses chlorations, donne au PVC une place encore plus importante dans la chimie moderne.

Les autres polymères chlorés

Si le PVC est le premier produit qui vient à l'esprit lorsqu'on associe chlore et matières plastiques, il ne faut pas conclure qu'il soit le seul. De nombreux autres polymères chlorés sont d'application courante.

Le polychlorure de vinylidène PVDC (Ixon) forme des films dont les propriétés «barrière» sont remarquables, et qui bloquent presque complètement les transferts d'oxygène ou de vapeur d'eau. La nourriture ainsi emballée garde plus longtemps sa fraîcheur et sa qualité. Certaines chaînes de grands magasins, qui avaient rejeté l'usage du PVDC sous

le prétexte d'une campagne «produits sans chlore», ont vu croître spectaculairement le taux de nourriture avariée ou défraîchie à rejeter, et ont dû revenir à des politiques plus conformes à l'intérêt général. La même propriété «barrière» permet à la fois d'éviter la déshydratation dans les congélateurs et la transmission des odeurs d'un produit à l'autre.

Les élastomères chlorés résultent soit de la polymérisation d'un monomère chloré (par exemple le chloroprène qui donne le néoprène), soit d'une chloration simple ou complexe d'un polymère non chloré (caoutchouc Butyl, polyéthylène chlorosulfoné comme Hypalon). Le polychloroprène est l'un des caoutchoucs qui se rapproche le plus du caoutchouc naturel, tout en apportant des performances accrues sur la tenue à l'abrasion, aux huiles, aux graisses, à la lumière, aux oxydants.

On l'utilise pour des courroies transporteuses, des tuyauteries d'huile dans les voitures, des gainages de câbles électriques spéciaux, des semelles de souliers. Le caoutchouc Butyl chloré a une excellente imperméabilité aux gaz et est, entre autres, utilisé comme couche interne des pneus sans chambre à air.

Les polyoléfinés chlorés sont aussi obtenus par la chloration directe des polymères correspondants. Selon leur poids moléculaire, elles sont malléables (paraffines chlorées) ou rigides. Elles peuvent être utilisées comme additifs pour améliorer la résistance au feu de plusieurs plastiques non chlorés (résines ABS ou polyéthylène), ou comme couche intermédiaire de revêtement (sur certains pare-chocs en polypropylène).

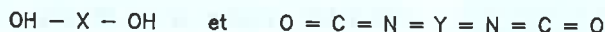
Les dérivés non chlorés de la chimie du chlore

A côté de ces dérivés chlorés, sait-on suffisamment que les polymères fluorés, les silicones, les polyuréthanes, les résines époxy et les polycarbonates n'existeraient pas sans la chimie du chlore, ou n'auraient pas dépassé le stade de l'utilisation confidentielle pour des débouchés coûteux, voire de curiosité de laboratoire ?

Aucun de ces produits ne contient du chlore, et pourtant tous passent par l'utilisation de dérivés chlorés. Analyser le schéma réactionnel de synthèse de chacun d'eux dépasserait le cadre de cet

Schéma 2 - Synthèse des polyuréthanes.

Monomères de départ :



Polymère obtenu :

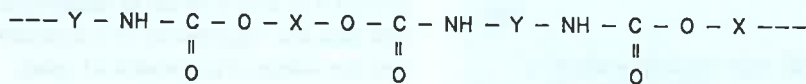
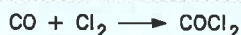


Schéma 3 - Synthèse des isocyanates.

Production (in situ) du phosgène :



Réaction du phosgène sur une diamine :

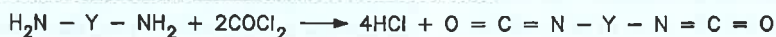
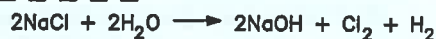
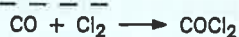


Schéma 4 - Synthèse des polycarbonates.

Electrolyse :



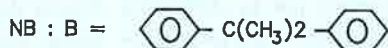
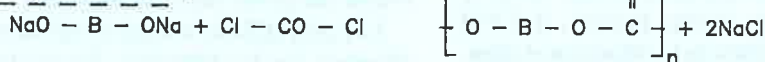
Phosgène :



Mise en solution basique du bisphénol A :



Polymérisation :



article. Nous nous limiterons donc à quelques exemples comme les polyuréthanes, les polycarbonates et les silicones.

Les polyuréthanes

Les polyuréthanes sont surtout connus au travers des mousses, souples ou rigides, utilisées pour les matelas, des sièges de voiture ou comme isolation thermique dans la construction ou l'industrie du froid.

Mais le polymère lui-même présente une très bonne résistance à l'usure et de grandes propriétés mécaniques qui justifient son emploi comme semelles de chaussures ou comme fibres textiles. Enfin, l'industrie des peintures profite de ses qualités d'adhérence et de tenue aux conditions atmosphériques.

Les polyuréthanes sont produits par addition de polyols et de diisocyanates (schéma 2).

Les polyols proviennent notamment de l'hydrolyse de l'oxyde de propylène, dont environ 50 % de la capacité mondiale utilise la voie à la chlorhydrine. Les isocyanates sont, dans leur grande majorité (> 95 %), deux dérivés aromatiques, les TDI (toluène diisocyanate) et MDI (méthyldiphényldiisocyanate). Ces derniers sont entièrement issus d'une filière chlore, par réaction du phosgène sur une diamine (schéma 3).

On voit bien que tout le chlore mis en œuvre, qui représente plusieurs centaines de milliers de tonnes par an en Europe, est finalement libéré sous forme d'HCl. Plusieurs sites européens sont couplés avec un atelier CVM qui reprend cet acide et permet ainsi au même chlore d'être valorisé plusieurs fois.

Si la synthèse sans chlore de quelques isocyanates aliphatiques est envisagée par certains producteurs, dans le cadre de produits spéciaux à volume limité, nul procédé sans chlore ne se prépare à

concurrencer la synthèse des isocyanates aromatiques comme le TDI et le MDI.

Les polycarbonates

La synthèse des polycarbonates fait, elle, appel à la condensation du phosgène et d'un diol (le bisphénol A) en milieu basique, si bien que le coproduit est le NaCl et plus l'HCl. Au total, c'est l'ensemble du sel NaCl introduit en électrolyse qui finit par être rejeté à la mer dont il était issu, après avoir contribué à la synthèse du polymère (schéma 4).

Le polycarbonate est à présent universellement connu comme le support des disques compacts et des disques optiques. Pourtant, cet usage ne représente que 5 % des débouchés de ce polymère, qui dispose de propriétés exceptionnelles de transparence, de stabilité dimensionnelle et de résistance au choc.

On l'utilise donc essentiellement comme vitrage incassable, ou pour des pièces de mécanique de précision (pour la réalisation d'objectifs de photo, en remplacement du boîtier métallique) ou pour des pièces à haute résistance mécanique (casques de moto).

Les silicones

Les silicones se présentent sous trois formes selon leur poids moléculaire : des huiles, des caoutchoucs ou des résines. Le remplacement de la structure carbonée des autres polymères par une chaîne de silicium et d'oxygène donne à ces produits des propriétés remarquables, et les chercheurs découvrent sans cesse de nouveaux domaines d'application, ce qui confère à toute cette chimie un caractère de haute technologie. La tenue mécanique constante à toute température, haute ou basse, leur a valu d'être utilisés sur la navette spatiale. L'excellente tenue chimique leur vaut d'être utilisés pour des peintures spéciales. Enfin, la tolérance du tissu humain envers les silicones a justifié d'en faire le matériau des «verres» de contact.

La synthèse de ces polymères peut ne pas mettre en œuvre de chlore à l'état élémentaire, mais elle ne pourrait se passer de l'utilisation de dérivés chlorés organiques, en particulier du chlorure de méthyle. En effet, le monomère commun à toutes ces résines de silicone est le méthylchlorosilane, obtenu par la synthèse de Rochow au départ de sili-

Schéma 5 - Synthèse du méthylchlorosilane.

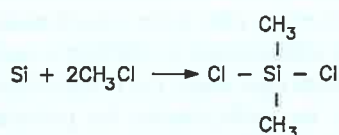


Schéma 6 - Synthèse des silicones par hydrolyse.

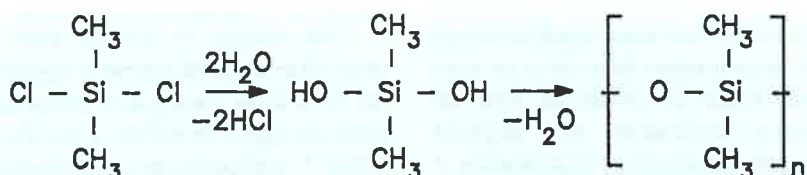


Schéma 7 - Synthèse du chlorure de méthyle.



Schéma 8 - Synthèse des silicones par méthanolyse.

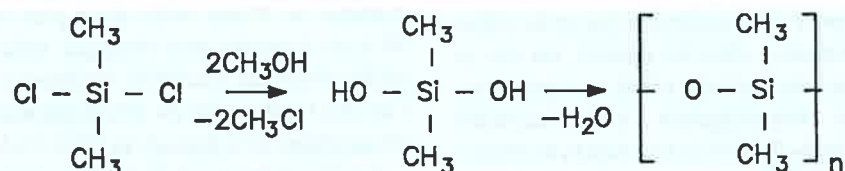
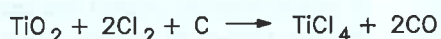


Schéma 9 - Production du titane métallique.



cium élémentaire et de chlorure de méthyle (schéma 5).

La polymérisation se fait par hydrolyse et déshydrochloration (schéma 6).

Le chlorure de méthyle peut être produit soit avec du chlore élémentaire, soit avec de l'acide chlorhydrique (schéma 7). Dans le premier cas, l'ensemble du procédé conduit à la coproduction d'acide chlorhydrique, valorisable éventuellement, comme nous l'avons vu, dans d'autres synthèses. Dans le second cas, l'acide est recyclé et la boucle du chlore se referme.

Le développement récent du procédé permet d'envisager la réduction du nombre d'étapes du procédé, via la méthanolyse directe du méthylchlorosilane (schéma 8).

Le chlorure de méthyle est ainsi directement régénéré à la polymérisation. Le procédé se trouve ainsi simplifié, mais sa dépendance envers la chimie organique du chlore est maintenue.

Le PTFE

Le PTFE (par exemple Teflon, Hostafion) est lui aussi issu de la chimie du chlore : la première étape de sa

synthèse est la production de chloroforme (CHCl_3). Chacun connaît ses qualités : stabilité chimique extraordinaire, résistivité électrique très élevée, et très faible adhérence dont profitent toutes les ménagères grâce aux poêles non adhérentes.

Les résines époxy

Les résines époxy de base sont produites par addition de l'épichlorhydrine et de bisphénol A. Le produit final est alors obtenu en faisant réagir cette résine «de base» avec des durcisseurs (usuellement des polyols), et d'autres additifs (diluants, épaississeurs, etc.). La souplesse de cette chimie (choix des conditions de polymérisation, choix des composés utilisés) donne une versatilité très grande au produit fini et explique son très large domaine d'application : peintures, génie civil, matériaux composites de haute technologie, colles, sans que cette liste soit limitative. L'importance des résines époxy pour l'informatique ne saurait être sous-estimée : toutes les cartes supports des composants électroniques sont en résines époxy, tandis que les composants électroniques eux-mêmes (puces, mémoires, etc.) sont encapsulés dans des résines très particulières et de haute technologie, adaptées à chaque cas particulier. L'incendie à mi-93 d'un atelier japonais produisant des résines

d'encapsulation pour mémoires RAM a conduit, pendant plusieurs mois, à une pénurie mondiale de ces mémoires et à un accroissement significatif de leur prix !

Quelques autres polymères

Les films en polyamides aromatiques sont utilisés dans les avions et les bateaux comme barrière anti-feu et comme isolant électrique. Les fibres en polyamides à très haute résistance mécanique (Kevlar, Twaron) sont de plus en plus employées car sans rivales en ce qui concerne le rapport ténacité/poids, largement supérieur à celui des meilleurs aciers. Les résines en sulfure de polyphénylène servent à la construction de pompes et d'engrenages. Le gainage ininflammable des câbles électriques et des fibres optiques des avions est réalisé en polyéthercétone et en polyfluorure de vinylidène (Solef). Chacun de ces matériaux se base sur le chlore comme élément intermédiaire de synthèse.

Au total, les matières plastiques consomment environ 60 % du chlore produit, que ce soit en Europe, aux États-Unis et au Japon.

Les métaux

D'autres matériaux essentiels sont aussi issus de la chimie du chlore. Le titane, un des matériaux d'avenir de la construction aéronautique et spatiale, est produit par pyrolyse de TiCl_4 , laissant une éponge métallique et libérant le chlore qui tourne en navette pour la synthèse du TiCl_4 (schéma 9).

De même, le magnésium et le nickel métalliques sont extraits de leurs minerais par un courant de chlore.

Le silicium de haute pureté, qui est la base de toute l'électronique moderne, est obtenu par affinage de silicium de pureté moindre via la synthèse de SiHCl_3 avec du chlore et de l'acide chlorhydrique et la pyrolyse de ce composé.

L'alimentation et la santé

De nombreuses autres applications du chlore ne pourraient être citées ici dans le cadre limité de cet article. Nous ne voudrions cependant pas négliger l'apport du chlore pour l'alimentation et la santé humaine, sous trois aspects essentiels : la qualité de l'eau, la disponibilité de produits de protection des récoltes et celle de médicaments.

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, 80 % des maladies infectieuses sont véhiculées par l'eau, et chaque année, plus de 3 millions d'enfants en-dessous de 5 ans meurent des suites d'entérites imputables à l'absence de désinfection des eaux. Or, le chlore et les produits à base de chlore comme l'hypochlorite de sodium (eau de Javel) et de calcium offrent trois caractéristiques uniques : le faible coût des produits, la facilité d'utilisation et, surtout, la rémanence de la protection (cf. les articles de L. Monjour, p. 46, et de A. Montiel, p. 52). D'autres produits comme le chlorure ferrique ou le PAC (polychlorure d'aluminium) sont des floculants efficaces qui assurent la disponibilité d'eaux de grande clarté.

Même si les famines apparaissent en Europe comme un phénomène du passé, elles restent suspendues sur l'humanité comme une menace récurrente. En effet, aujourd'hui encore, plus du tiers des récoltes mondiales est détruit par les maladies et les ravageurs, alors que la moitié de la population de notre planète souffre de malnutrition. On estime que 10 % des récoltes de céréales sont victimes des mauvaises herbes, 5 à 15 % sont victimes des maladies et presque 30 % sont détruites par les insectes. Plus de 95 % des produits destinés à la protection des récoltes sont basés sur le chlore, même si le produit final n'est pas chloré. Ainsi la synthèse du Trifluralin part de toluène, successivement chloré sur le noyau puis sur le groupe méthyle. Les quatre atomes de chlore ainsi ajoutés

sont remplacés par trois atomes de fluor et par de la di-N-propylamine (schéma 10).

Cette somme de dérivés utiles que nous offre le chlore permet d'augmenter les ressources mondiales, garantissant ainsi, de mieux en mieux, notre alimentation. L'enthousiasme compréhensible des agriculteurs devant tant de succès a conduit, dans un premier temps, à négliger l'importance des effets secondaires engendrés par les produits utilisés, ainsi que les interactions biologiques.

Aujourd'hui, tirant les leçons du passé, les produits phytosanitaires ont un niveau de sécurité comparable à celui des médicaments : leur mode d'action et les effets secondaires dans les plantes, les sols et l'eau sont connus et suivis avec précision. Leur homologation n'est accordée qu'après des essais très stricts et chaque produit est ensuite surveillé en permanence par des organismes officiels.

C'est avant tout de notre santé que dépend notre bien être, et donc notre espérance de vie. Là encore, le chlore, par certains de ses dérivés est aussi vital pour nous que l'air que nous respirons, aussi vital que l'eau que nous buvons. Notre sang contient près de 1 % de chlorure de sodium, ainsi que des chlorures de potassium et de magnésium. Le chlorure de sodium est également présent dans la constitution de notre peau et de nos dents. L'acide chlorhydrique joue un rôle essentiel dans le processus de digestion. Le chlore et ses dérivés sont des matières de base pour la fabrication de nombreux médicaments et désinfectants, de même que pour la synthèse de certaines vitamines. Plus de huit médicaments sur dix contiennent du chlore ou nécessitent l'intervention de chlore durant leur synthèse (cf. l'article de J. Gasset p. 40).

Pour certaines classes de médicaments, cette proportion confirme à la quasi-totalité, comme les antibiotiques de synthèse ou les préparations à base d'alcaloïdes. Sans le chlore, le tourisme ou le travail des occidentaux que nous

sommes dans les régions où sévit la malaria représenterait un risque que nous ne percevons plus guère actuellement.

En additionnant les différents usages du chlore représentés par le traitement de l'eau, les médicaments, les polymères utilisés en milieu médical (gant de chirurgiens en Kevlar), etc., plus de 15 % du chlore produit sont utilisés directement ou indirectement pour protéger notre santé.

Conclusion

Ainsi, le chlore intervient d'une manière ou d'une autre dans plus de 50 % de la production chimique industrielle mondiale. La chimie du chlore est l'un des fondements du développement économique et industriel du XXe siècle.

Le développement de la consommation de chlore à long terme dans une région, dans un pays, a toujours été lié à la progression du produit national brut de cette région, de ce pays. Cette relation se vérifie encore aujourd'hui dans les régions à fort potentiel de croissance que sont l'Extrême-Orient et l'Amérique du Sud.

L'activité «chlore» fournit des emplois pour plusieurs millions de personnes dans le monde et plus d'un demi-million uniquement en Europe occidentale. Le chiffre d'affaires de l'industrie ouest-européenne, imputable au chlore, est supérieur à 1000 milliards de FF (cf. l'article de J. Verdier, p. 23).

Le chlore, élément à la fois naturel et synthétique, est donc bien à la disposition du monde industriel auquel il revient de l'utiliser uniquement pour l'amélioration du bien-être et de la santé du genre humain.

Notes

- Dérivés du chlore, brome, iode et fluor.
- Produits organiques halogénés retenus sur charbon actif.
- Géographiquement, Euro Chlor recouvre les fonctions de la future Communauté européenne (y compris Scandinavie et Autriche) plus la Suisse

La Fédération Euro Chlor est née en 1991 suite à la fusion de différentes associations traitant du chlore, des solvants chlorés et des paraffines chlorées. Par la mise en commun des forces, tant des producteurs que des utilisateurs de chlore, la Fédération Euro Chlor vise à développer et promouvoir les meilleures pratiques industrielles en matière de protection de la santé, de la sécurité et de l'environnement.

Schéma 10 - Synthèse du Trifluralin.

