

MENS:
une vision incisive
et éducative
sur l'environnement

Approche didactique
et scientifique

MENS

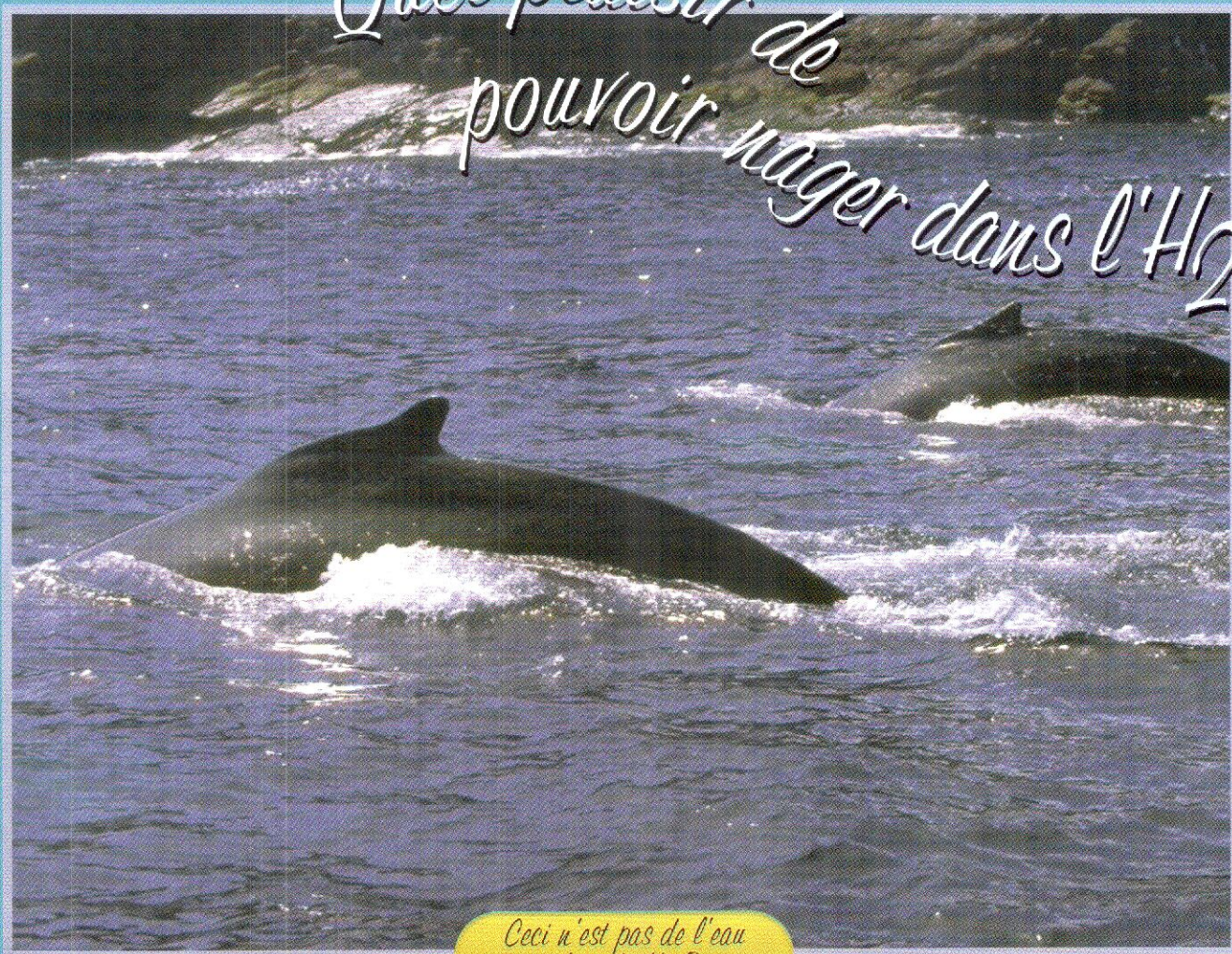
Mens sana in terra sana

Milieu, **E**ducation, **N**ature & **S**ociété

10

Janvier 1998

*Quel plaisir de
pouvoir nager dans l'H₂O*



*Ceci n'est pas de l'eau
c'est du H₂O*

La chimie est omniprésente : tout notre environnement est composé de molécules. Notre corps lui-même est chimie, avec les quelque 10.000.000.000.000 de cellules vivantes qui le composent. Celles-ci sont recouvertes de membranes dont la composition chimique assure un équilibre dynamique entre les liquides intracellulaires et extracellulaires.

la chimie: source de la vie

SOMMAIRE

La chimie: de la magie noire à la science moderne	2
Portraits de chimistes	4
La chimie source de la vie	6
- Chimie et les fonctions vitales	8
- L'industrie chimique et l'environnement	12
Des chimistes belges de réputation mondiale	16

COLOPHON

© Tous droits réservés MENS 1998

Information et coordination:

Roland Caubergs
RUCA, Groenenborgerlaan 171 - 2020 Antwerpen
Tel.: 03/218.04.21 • Fax: 03/218.04.17

Un dossier réalisé avec la collaboration de:

Donald Wellens, Walter Luyten,
Janssen Research Foundation

**Prof. Jean Jacques Cassiman et
prof. Peter Marynen,**
Centrum voor Menselijke Erfelijkheid, K.U.Leuven
Vlaams Interuniversitair Instituut voor
Biotechnologie (VIB)

Prof. André-Emmanuel Baert,
Fondation Benelux - Centre universitaire

**Prof. Roland Caubergs et
prof. Arsène Lepoivre,**
RUCA, Universitair Centrum Antwerpen

Chris Thoen,
Sint-Lambertusinstituut, Ekeren

Comité de rédaction:

Donald Wellens, Roland Caubergs, Chris Thoen

Abonnement annuel:

Roland Caubergs, Tijdschrift "MENS",
700 BEF au CCP 000-1610496-05
(en langue néerlandaise uniquement)

Editeur responsable:

Roland Valcke, Vlaamse Vereniging voor Biologie
Reimenhof 30, B-3530-Houthalen.

LA CHIMIE: DE LA MAGIE NOIRE

Les origines du terme "chimie" remontent aux antiques langues coptes et égyptiennes. Pour les peuples de la vallée du Nil, la combinaison de sons "kemi", "km" ou "chem" évoquait la couleur noire des alluvions charriées par le Nil. La terre noire - par opposition au sable du désert, de couleur blanche - était investie du pouvoir magique de la fertilité.

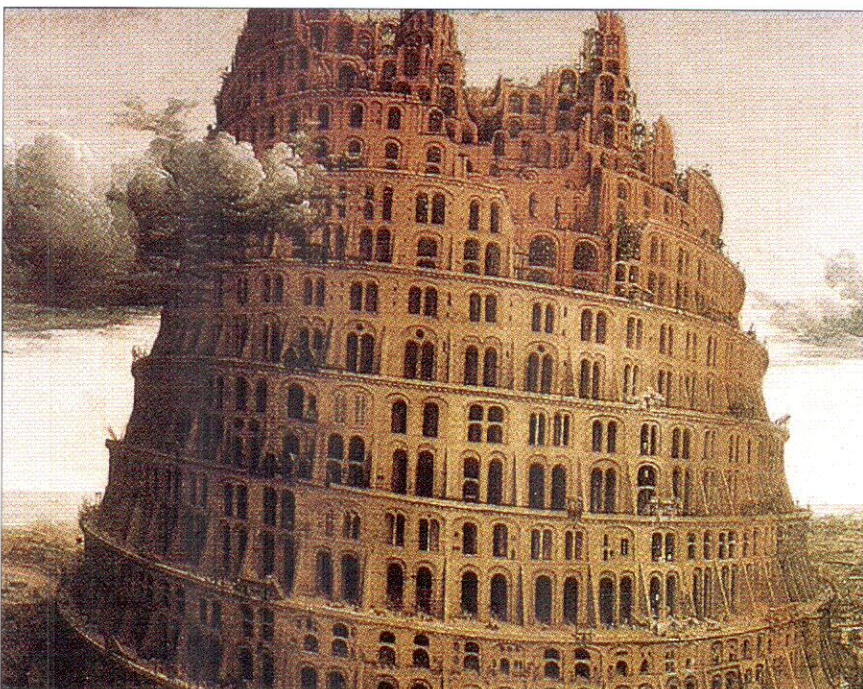
Depuis lors, nous savons que la fertilité des terres alluviales doit moins à leur couleur noire qu'à la présence de divers composés chimiques.

Le terme "alchimie" a conservé, jusqu'à nos jours, une puissante connotation de "magie noire". Le vieux phonème égyptien "chem" ou "kemi", associé au préfixe "al" est devenu le terme arabe "al Kimia", introduit ensuite en Europe sous le vocable "alchimie". Les alchimistes et leurs pratiques secrètes ont progressivement fait place à une approche plus sérieuse, celle

de la chimie comme discipline scientifique.

Si la chimie n'a, de nos jours, plus rien en commun avec une science occulte, on le doit notamment à l'oeuvre d'Antoine Lavoisier, décrite dans son "Traité élémentaire de chimie", en 1789. Il y prouve expérimentalement que la combustion doit être considérée comme une réaction chimique avec un gaz qui représente quelque 20 % de l'air ambiant. Cette réaction s'accompagne de l'apparition de substances acides, raison pour laquelle il a appelé ce gaz "oxygène". Ce terme provient du grec "oxus" = acide.

Les progrès phénoménaux accomplis au cours des dernières décennies par la chimie ont amené cette science à se subdiviser en disciplines plus spécialisées: chimie minérale et chimie organique, biochimie, physico-chimie, chimie nucléaire, agrochimie, géochimie, chimie des polymères, chimie médicale, etc.



Toute entreprise menée en vue d'un objectif commun implique nécessairement une communication de qualité. La tour de Babel s'est soldée par un échec parce que ses constructeurs parlaient des langues maternelles différentes. Aujourd'hui, l'approche des problèmes environnementaux est jalonnée de nombreux malentendus entre scientifiques, autorités et grand public, cette fois non pas à cause de la diversité des langues mais parce que le jargon scientifique est mal compris.

À LA SCIENCE MODERNE

Les experts se multiplient dans chacun de ces domaines de spécialisation. Tous élaborent leur propre jargon, ce qui rend de plus en plus difficile la communication entre les différentes disciplines.

Pour mesurer la portée de problèmes environnementaux complexes, il n'est pas seulement nécessaire de posséder un solide bagage en chimie, mais aussi en physique, en géologie, en biologie, en écologie, en météorologie...

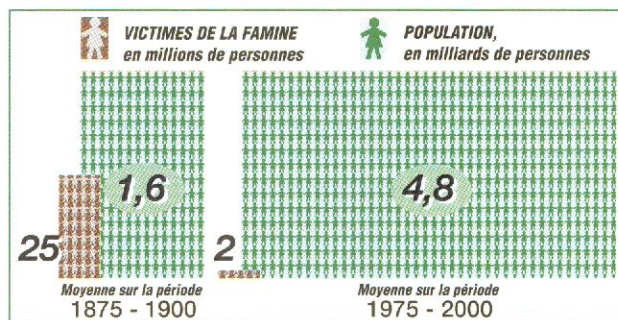
On comprend donc que nos hommes politiques éprouvent quelque difficulté à définir, en cette matière, une stratégie cohérente.

Citons, parmi les exemples de problèmes environnementaux complexes, l'effet de serre et les risques de modification du climat. Les connaissances actuelles et les doutes quant au bien-fondé de certaines mesures sont abordés de manière claire et nuancée par Frank Deboosere dans son dernier ouvrage "Weer & Milieu" (Climat et Environnement), Globe TV1, ISBN 90-5312-063-7-X, 1996.

Les progrès de la science ont pour corollaire une prise de conscience accrue des carences de notre champ de connaissance actuel, tant en ce qui concerne l'infinité de l'espace qu'en ce qui concerne le monde infiniment petit des molécules.

L'ignorance va souvent de pair avec la crainte de l'inconnu. Cette crainte est du reste mauvaise conseillère. Rien n'est plus simple que de semer un vent de panique, parmi ses semblables, en jetant mille périls possibles en pâture à leur imagination.

La pression de plus en plus grave que fait peser la croissance démographique sur notre écosystème revêt un caractère doublement explosif. Depuis 1900, la population mondiale est passée de 1,6 milliard à quelque 5,5 milliards d'êtres humains. Qui plus est, nos contemporains ne se contentent pas de se multiplier, ils se montrent de plus en plus exigeants. A très bref délai, tous les Chinois désireront eux aussi d'avantage de nourriture et de confort, des maisons plus spacieuses et des voitures,



Entre 1875 et 1900, on a enregistré quelque 25 millions de victimes de la famine sur une population de 1,6 milliards d'êtres humains. Entre 1975 et l'an 2000, on estime que la famine ne tuera plus que quelque 2 millions de personnes, dans une population mondiale qui aura entre-temps triplé. Les progrès réalisés sont surtout le fruit de l'agrochimie moderne, pourtant souvent décriée. Si la famine n'a pu être entièrement éradiquée, les guerres civiles en sont la principale cause ainsi que certaines erreurs des politiques alimentaires, comme en Afrique et en Chine. (R. Bailey e.a., "The True State of the Planet", The Free Press, New York, 1995).

pour ne citer que quelques exemples. Au nom de quoi, d'ailleurs, n'y auraient-ils pas droit?

"La crainte que nous inspirent les choses se mesure à l'aune de notre ignorance"

nous disait déjà Tite-Live, quelques dizaines d'années avant J.C.

Une bonne connaissance de la chimie et de ses différentes disciplines est primordiale si nous voulons relever le défi de la croissance démographique mondiale et permettre à un nombre sans cesse plus important de personnes de vivre dans de meilleures conditions.

La **géochimie** nous apprend comment exploiter judicieusement les trésors du sol, sans en épuiser les réserves et dans le souci d'un développement durable.

L'**agrochimie** a pour tâche de permettre la production de nourriture en quantité suffisante, notamment en protégeant les cultures et en assurant la bonne conservation et le transport des denrées, au profit des populations qui en ont besoin.

La **biochimie** étudie la chimie des êtres vivants. Il est essentiel de connaître l'influ-

ence des substances chimiques à chaque niveau de la chaîne alimentaire pour pouvoir analyser leurs effets, positifs ou négatifs, sur l'environnement.

La **chimie médicale** permet de mettre au point des médicaments favorisant la santé des êtres humains et des animaux. Les progrès de la médecine, joints à une meilleure

hygiène et une alimentation de meilleure qualité, ont permis d'allonger l'espérance de vie moyenne, au niveau mondial, qui n'était, que de 40 ans, en 1900, à 64 ans, aujourd'hui. La longévité en Europe est supérieure de 10 à 20 ans, par rapport à cette moyenne.

La chimie ne devrait pas susciter de craintes irrationnelles. Elle est, en effet, source de connaissance et de progrès. L'étude de la chimie des êtres vivants et de la nature est indispensable pour apprécier correctement les problèmes environnementaux et y apporter des solutions efficaces.

Mais qui dit pouvoir accru, dit aussi responsabilités plus grandes. Les produits de l'industrie chimique doivent être compatibles avec les impératifs d'un développement écologique durable. Telle est la philosophie que l'industrie concernée s'est engagée à suivre au niveau mondial, sous le nom de "Responsible Care", un engagement formel de ses dirigeants à tout mettre en oeuvre pour progresser constamment en matière de santé, de sécurité et de protection de l'environnement.

La chimie est passée du stade de "magie noire" à celui de discipline scientifique responsable et garante de progrès.

DONALD WELLENS, CHRIS THOEN,
ARSÈNE LEPOIVRE, LUDO BRANDT.

PORTRAITS DE CHIMISTES

Si la chimie a accédé au statut de science qui est le sien aujourd'hui, elle le doit aux apports de quelques pionniers. Même si leurs contributions sont résumées en quelques phrases, les progrès réalisés en l'espace de quelques générations seulement demeurent impressionnants.



A. LAVOISIER

Antoine-Laurent Lavoisier,

France (1743 - 1794)

Lavoisier a identifié l'air comme un mélange ne contenant pas le "phlogiston" cher aux alchimistes et est arrivé à la conclusion

que la combustion est due à une réaction chimique quantifiable avec l'oxygène. Il est considéré à bon droit comme le père de la chimie moderne.

John Dalton,

Angleterre (1799 - 1844)

Dalton est parti du principe qu'une substance pure se compose d'atomes identiques. Il a conçu l'idée des poids atomiques et a jeté les bases de la théorie moderne de l'atome dans son ouvrage "New system of chemical philosophy". Le poids moléculaire d'une substance est toujours exprimé en unités "Dalton", basées sur le poids d'un atome d'hydrogène.

Amedeo Avogadro,

Italie (1776 - 1856)

La loi d'Avogadro est considérée comme l'un des fondements de la chimie. Ce physicien italien a calculé en 1811 le nombre de molécules contenues dans une molécule-gramme (= le nombre de grammes d'une substance, indiqué par le poids moléculaire). C'est le fameux nombre d'Avogadro, à savoir: $6,02211367 \times 10^{23}$ par molécule-gramme.

Johann Joseph Loschmidt,

Autriche (1821 - 1895)

Loschmidt a utilisé des lignes doubles et triples pour représenter graphiquement les liaisons correspondantes. Il a contribué à faire connaître la structure des alcools, des liaisons aromatiques et de l'ozone. Il a également découvert qu'un même élément pouvait avoir plusieurs valences.

Friedrich August Kekulé von Stradonitz,

Allemagne (1829 - 1896)

Kekulé a établi la valence 4 du carbone et a défini les fondements de la connaissance des structures des molécules organiques. Il a décrit, en 1865, la disposition hexagonale des atomes de carbone dans l'anneau du benzène.



Friedrich August Kekulé von Stradonitz

Alfred Bernhard Nobel,

Suède (1833 - 1896)

Nobel est l'homme qui a mis au point la dynamite, c.-à-d. un mélange explosif stabilisé de nitroglycérine (liquide) et de silice. Il est le fondateur des prestigieux Prix Nobel.

Dimitri Ivanovitch Mendéléev,

Russie (1834 - 1907)

Il a conçu le célèbre système périodique dans lequel les éléments sont classés en fonction de leurs caractéristiques chimiques, dans l'ordre de leur masse atomique. Ce système périodique a même permis à Mendéléev de prédire l'existence d'éléments encore inconnus au 19^{me} siècle.



Dimitri Ivanovitch Mendéléev.

Jacobus Henricus Van 't Hoff,

Pays-Bas (1852 - 1911)

Lauréat du tout premier Prix Nobel de chimie en 1901, il a accompli une oeuvre de pionnier en calculant les vitesses de réaction, les équilibres chimiques et la pression osmotique. A l'âge de 23 ans, il a déterminé l'orientation des liaisons tétraédriques du carbone.

Lord Ernest Rutherford,

Angleterre (1871 - 1937)

Le physicien Rutherford a expliqué les phénomènes radioactifs et a découvert les rayons alpha, bêta et gamma. Il a élaboré la théorie de la structure de l'atome, en portant une attention particulière au noyau atomique. Il a également découvert l'existence des protons.

Gilbert Newton Lewis,

USA (1875 - 1946)

Lewis a fourni une explication des liaisons covalentes, par la notation dite de Lewis. On lui doit également une étude approfondie de la thermodynamique ainsi qu'une théorie acide-base.

Niels Henrik David Bohr,

Danemark (1885 - 1962)

Ce physicien danois décrit en 1913 le modèle de l'atome de l'hydrogène. Il est parvenu à démontrer, en appliquant la théorie quantique de Planck, que les électrons décrivaient plusieurs sortes de révolutions autour du noyau. Il a contribué à la conception des armes nucléaires aux USA mais s'est montré horrifié par les conséquences de cette application. En 1955, il a présidé, à Genève, la première conférence consacrée à l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire.

Linus Pauling,

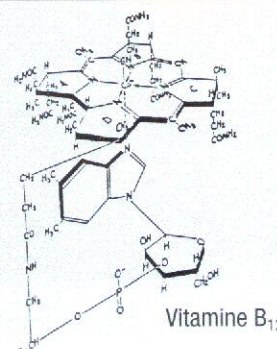
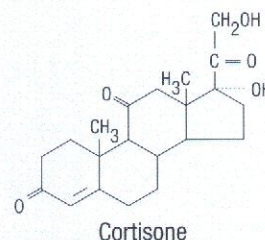
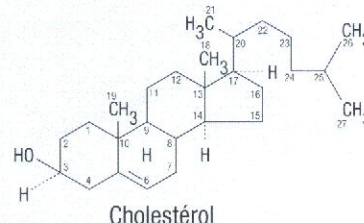
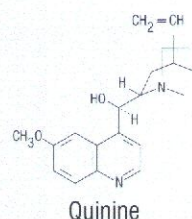
USA (1901 - 1994)

Pauling a introduit le concept d' "électronégativité" et en a réalisé une première échelle. Il a étudié les liaisons chimiques dans les protéines et est parvenu, notamment, à établir la structure de l'insuline et de la vitamine C. Il a remporté les Prix Nobel de chimie et de la paix respectivement en 1954 et 1962.

Robert Burns Woodward,

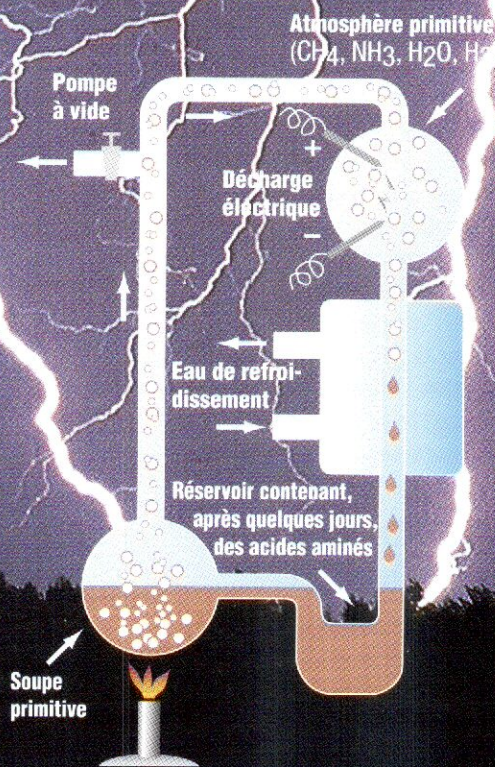
USA (1917 - 1979)

Ce chimiste américain, connu pour ses synthèses de molécules organiques complexes telles la quinine, le cholestérol, la cortisone et la vitamine B12, a reçu en 1965 le Prix Nobel de chimie.



la chimie, source de la vie

L'ECLAIR, LE BIG-BANG INITIAL DE LA VIE



Expérience de Miller

Représentation chimique de la manière dont les acides aminés pourraient être apparus. L'atmosphère initiale de la terre comprenait du gaz méthane (CH_4), de l'ammoniac (NH_3), de la vapeur d'eau (H_2O) et de l'hydrogène (H_2). La planète a connu un refroidissement très progressif. A l'origine, l'eau des océans était relativement chaude, avec des températures de l'ordre de 60 à 80° C. Elle contenait une grande variété de composants chimiques en solution. La foudre déchirait en permanence l'atmosphère, ce qui a abouti à la création de molécules organiques. En s'accumulant dans les océans, ces composés ont formé une "soupe primitive" qui a permis le développement des premières formes de vie. De telles conditions peuvent en effet donner naissance à des acides aminés, comme Miller l'a prouvé expérimentalement en 1953.

Dans les premiers temps, l'atmosphère ne contenait vraisemblablement pas d'oxygène, du moins pas en quantité notable. L'oxygène aurait tôt fait d'oxyder les molécules organiques qui s'étaient formées. Grâce à l'absence d'oxygène, les acides aminés et les bases azotées ont pu générer des protéines et des acides ribonucléiques (ARN et ADN).

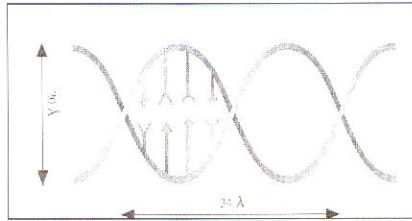
La vie est chimie. Les dizaines de milliards de cellules qui composent le corps humain nagent dans une solution aqueuse, véritable kaléidoscope de composants chimiques essentiels à la vie: ions de sodium, de potassium, de chlore, etc. C'est ce que l'on appelle les liquides extra-cellulaires. Les ions présents aujourd'hui reflètent sans doute la composition de l'eau de la mer lorsque les premiers animaux ont rampé jusqu'à la terre ferme.

La vie est ainsi née, pense-t-on, il y a très longtemps dans un milieu aqueux. Mais nul témoin oculaire ne peut nous le confirmer.

On s'imagine que des décharges électriques ont engendré la formation de diverses liaisons d'azote et de carbone, notamment des acides aminés. Les innombrables interactions entre les diverses molécules ainsi formées auraient permis, au fil du temps, l'émergence de la vie.

Certains scientifiques défendent une théorie radicalement différente, selon laquelle les germes de la vie sur terre trouveraient leur origine dans l'espace. Cette hypothèse a connu récemment un regain d'actualité, grâce à un article de Paul Parsons paru dans l'édition de septembre 1996 du magazine "Nature", vol. 383, pp. 221-222: "Dusting of panspermia". Cet article ne remet aucunement en cause les réactions à l'origine de la vie mais les situe dans un autre lieu de l'univers. Quoi qu'il en soit, un nombre croissant de liaisons de carbone sont apparues au fil du temps: depuis les protéines, graisses, glucides, jusqu'aux innombrables molécules susceptibles de véhiculer des caractéristiques génétiques.

Les recherches de Crick et Watson, lauréats du Prix Nobel, ont révélé que l'ADN (acide désoxyribonucléique) repose sur deux chaînes reliées entre elles en une double spirale, via des ponts d'hydrogène. Chaque chaîne se compose d'un long filament sur lequel se succèdent en alternance des molécules de désoxyribose (un sucre) et des groupes d'acide phosphorique. A chacune



Chaque molécule d'ADN peut se multiplier, parce que la double spirale se déroule progressivement et que, par un processus de synthèse chimique, chaque chaîne au sein de la cellule vivante, est complétée par une copie exacte de la chaîne rompue.

de ces molécules sont attachées des bases (adénine, thymine, cytosine et guanine). Celles-ci se présentent dans un ordre de succession d'une infinie diversité, qui correspond à la grande variété des caractéristiques génétiques. Le code des bases dans l'ADN peut être considéré comme une sorte d'équivalent chimique du code à barres, déterminant les propriétés génétiques de la cellule vivante.

L'ordre de succession des bases peut également être reproduit sur des chaînes dans lesquelles le sucre — désoxyribose (D) est remplacé par un sucre — ribose (R) et la base — thymine est remplacée par une base — uracile. De la sorte, la cellule vivante synthétise les chaînes d'ARN (acide ribonucléique). L'ARN présente le même "code à barres" de bases que l'ADN. Le passage ou la transcription du code de l'ADN au code de l'ARN s'effectue à l'aide d'une enzyme appelée "transcriptase". Les

instructions de l'ADN, transmises via l'ARN, permettent de reproduire les protéines adéquates, qui règlent l'ensemble des processus cellulaires.

Les virus peuvent être considérés comme des molécules encapsulées d'ADN ou d'ARN pénétrant dans les cellules vivantes d'autres organismes et s'y multipliant à l'aide de réactifs chimiques présents à l'état naturel dans la cellule.

Dans de nombreux virus, tels ceux du SIDA, le matériau génétique se compose d'ARN et non d'ADN. Ces virus contiennent une enzyme qui permet de transférer en sens inverse les instructions des ARN vers une chaîne d'ADN. C'est ce que l'on appelle la "transcriptase inversée". Les enzymes étant absentes des cellules humaines, on recherche des substances bloquant exclusivement le phénomène de "transcriptase inversée", afin de pouvoir éliminer de manière sélective les virus indésirables.

Outre les virus, les protéines peuvent, elles aussi, causer des infections chez les êtres humains et les animaux. C'est le cas des prions responsables de la "maladie de la vache folle". Un prion présente, à peu de choses près, la même composition chimique que la protéine naturelle d'une cellule-hôte. La configuration spatiale des prions est néanmoins quelque peu différente et sous l'effet de ce "mauvais exemple", la protéine de la cellule-hôte prend elle aussi une forme "déviante".

On s'efforce toujours de déterminer les conditions dans lesquelles la protéine-prion d'une espèce animale donnée peut se révéler dangereuse pour une autre. Il semble que l'ingestion de prions de moutons ne soit pas directement dangereuse pour l'homme, mais le soit pour les vaches. Mais la consommation de viande de vaches contaminées constituerait elle-même un risque pour l'homme. Le rôle des rats et des porcs, espèces omnivores, comme vecteurs de maladies n'est pas encore très clair mais l'existence de protéines contaminées est indubitable.



Le plus vieil exemplaire d'ADN a été retrouvé sur des insectes vieux de 125.000.000 ans, fossilisés dans de la résine de pin (ambre jaune). On s'efforce à présent de reproduire cet ADN en ayant recours à des techniques de recomposition.

LA CHIMIE ET LES FONCTIONS VITALES

La biologie nous l'apprend: tout organisme vivant se compose de molécules en mouvement constant. On assiste, dans chaque être vivant, à un véritable grouillement de réactions chimiques, de l'ordre de plusieurs milliards par seconde. Nous n'avons aujourd'hui qu'une connaissance, de surcroît sommaire, de quelques-unes de ces réactions.

Même si l'homme se considère, dans nombre de domaines, comme supérieur au monde animal et végétal, son fonctionnement strictement biologique ne diffère en rien de celui de n'importe quel autre animal et fait appel aux mêmes composants chimiques. Ce constat est aussi valable pour les fonctions essentielles telles que

- la reproduction,
- les fonctions cérébrales et le comportement.

LA CHIMIE ET LA REPRODUCTION

La théorie darwinienne de l'évolution a littéralement révolutionné notre conception des origines de l'homme. Darwin a décrit la parenté entre diverses espèces animales en comparant anatomiquement leur squelette et leurs organes, suscitant ainsi, dans un premier temps, des réticences considérables.

De nos jours, la parenté entre les différentes espèces est analysée non seulement sur le plan de l'anatomie, mais aussi sur celui de la biochimie. Parmi les critères essentiels figurent les analogies dans la structure chimique de l'ADN.

L'ADN assure la perpétuation de la vie sous forme de nouvelles cellules. Il constitue le vecteur chimique de la transmission des caractéristiques génétiques les plus variées, telles:

- les caractéristiques physiologiques: couleur des cheveux et des yeux, etc.;
- la prédisposition vis-à-vis de nombreuses maladies (p. ex. hémophilie, diabète, daltonisme);
- les niveaux hormonaux;
- les facultés intellectuelles;
- diverses propriétés caractérielles et autres.

Les caractéristiques génétiques d'un être humain, qui se transmettent par voie chimique à ses descendants, peuvent être déterminées par un gène unique ou par une combinaison de plusieurs gènes.

Des manipulations "eugénétiques" arbitraires destinées à empêcher la reproduction d'individus moins doués, telles celles qui ont récemment défrayé la chronique en Suède, sont indéfendables. La génétique ne représente en effet qu'un des facteurs déterminants de la personnalité, à côté d'autres comme l'éducation et la formation. L'étude de l'ADN dans des centres spécialisés en hérédité permet la détection des risques liés aux tares génétiques. Cette connaissance permet, d'une part, aux

"Ce serait tout de même formidable pour l'Afrique si nous pouvions fabriquer du manioc résistant aux insectes... La seule chose que l'on pourrait nous reprocher est la lenteur de nos recherches. Il est d'autant plus regrettable que Greenpeace et d'autres organisations, par leurs actions, ralentissent davantage encore les progrès."

(extrait d'une interview du prof. Marc Van Montagu dans "Humo", 1997).

parents potentiels d'opérer un choix responsable et, d'autre part, de traiter de manière adaptée les personnes atteintes d'une maladie héréditaire.

Les progrès réalisés dans la connaissance de l'ADN permettent d'envisager des milliers d'applications possibles dans les technologies et la thérapie génétiques et ce, non seule-

MENS LES FONDEMENTS CHIMIQUES DE L'HEREDITE

Ces recherches, actuellement considérées comme prioritaires, connaissent des développements rapides, comme en témoigne la récente succession de:

JOURNEES D'ETUDE

Novembre 1997:

Lustrumsymposium PDL, KUL
"La biotechnologie"

Symposium éducatif, VVB, KVCV,
et **Janssen Pharmaceutica,**
"Hérédité et biologie moléculaire"

Cycle de conférences Elcker-Ik,
"Les technologies génétiques dans notre assiette"

Numéros de MENS disponibles en français:

- 1 • L'emballage est-il superflu?
- 2 • Le chat et le chien dans l'environnement
- 3 • Soyez bons pour les animaux
- 4 • Le chlore: comment y voir clair?
- 5 • Faut-il encore du fumier?
- 6 • Sources d'énergie
- 7 • Ma collecte des déchets: un art
- 8 • L'être humain et la toxicomanie
- 9 • Apprenons à recycler

ment pour les êtres humains mais aussi pour les animaux et les plantes. La priorité dont jouit aujourd'hui l'étude des fondements chimiques de l'hérédité par rapport à celle accordée, en son temps, à l'exploration spatiale est donc pleinement justifiée. Depuis longtemps déjà, l'homme étudie la reproduction des plantes et des animaux. Il s'efforce, par le biais de croisements plus ou moins heureux, de cultiver, en fonction de ses propres goûts et souhaits, une grande variété de cultures vivrières et d'élever diverses espèces d'animaux domestiques comestibles ou non: chevaux de trait ou d'équitation, bétail laitier ou viandeux, pigeons voyageurs ou domestiques...

Le processus naturel de la reproduction s'accompagne en permanence de milliers de mutations aléatoires, dont quelques-unes seulement peuvent être considérées comme un progrès. La technique du croisement des plantes et des animaux en vue de développer et de combiner les propriétés souhaitées a accompli un progrès décisif avec les découvertes de Mendel dans le domaine de la transmission des caractéristiques génétiques.

Nous ne sommes plus tributaires, désormais, des résultats aléatoires des mutations naturelles ou des croisements volontaires.

Nous sommes à même, en nous livrant à de véritables opérations de "couper-coller", de greffer sur les plantes et les animaux des séquences d'ADN déterminées. Nous pouvons même utiliser l'ADN de certains virus et bactéries, en tant que fondement chimique de l'hérédité, pour modifier, de manière ciblée, les fonctions vitales et les caractéristiques génétiques de l'être humain, des plantes et des animaux.

En principe, les mutations développées en laboratoire ne sont pas plus dangereuses que celles apparaissant dans la nature.

Les recherches scientifiques, menées en vue d'améliorer les caractéristiques des plantes vivrières utiles, jouent donc un rôle d'autant plus important que le nombre d'êtres humains à nourrir ne cesse de croître.

LA CHIMIE ET L'ÉTERNITÉ

Les formes biologiques de la vie ne sont pas éternelles. Vivre, c'est évoluer et le terme de cette évolution est caractérisé par un changement relativement radical: la mort. "*Memento, homo, quia pulvis es et ad pulverem reverteris*". "Souviens-toi, homme, que tu es poussière et retourneras en poussière"; cette formule liturgique évoque le destin chimique éphémère de l'homme.

"*Panta rhei*". Comme l'écrivit Héraclite (450 av. J.C.): tout coule, tout passe, tout change. Chaque jour, l'être humain change lui aussi: des milliards de cellules, arrivées au terme de leur vie, meurent et sont remplacées par des milliards de nouvelles cellules.

Les molécules d'ADN dirigent l'ensemble de ce processus. Elles contiennent un "appendice caudal", appelé télomère, qui fait en quelque sorte office d'"horloge biologique". Le télomère est nécessaire pour permettre la division cellulaire.

Lors de chaque division cellulaire, l'appendice caudal perd quelques composants et au bout d'un certain nombre de divisions, une partie essentielle du matériel génétique commence, lui aussi, à se détériorer et la cellule, incapable de continuer à se scinder davantage, meurt. Il s'agit là d'une forme de processus de vieillissement, par lequel nombre de variétés cellulaires, à l'issue de 100 à 200 divisions, ont littéralement "dévidé" l'ensemble de leur "fil de vie" ADN.

Une enzyme spéciale, la télomérase, a pour fonction d'ajouter quelques composants supplémentaires à l'appendice caudal et d'en ralentir ainsi le vieillissement.

On trouve une quantité considérable de télomérases parmi les ciliés monocellulaires tels que l'*Euplotis aediculatus*. L'enzyme y veille à la préservation du télomère, si bien que les divisions cellulaires peuvent, en principe, se poursuivre éternellement. Ces petits êtres monocellulaires échappent de cette manière à la mort et connaissent une sorte de vie éternelle (T.H. Elcush, "Telomerase and retrotransposons: which came first?", *Science*, 277, 911-912, 1997; T. Nakamura et al. "Telomerase catalytic subunit homologs from fission yeast and human.", *Science*, 277, 955-959, 1997).

Les cellules humaines, par contre, ne comptent généralement que peu de télomérases, voire aucune. Qu'à cela ne tienne, il existe d'autres méthodes. La télomérase est activée dans les cellules cancéreuses de l'être humain et les télomères se mettent à se développer au lieu de se dégrader. La division des cellules cancéreuses échappe alors à tout contrôle. Ce sont des cellules "proliférantes", qui se mettent à gêner les autres tissus cellulaires.

Chimistes et biologistes essaient de comprendre la structure et le fonctionnement chimiques de la télomérase. Le ralentissement de la télomérase dans les cellules cancéreuses proliférantes permettrait sans doute de résoudre de nombreux cas de cancer. En activant la télomérase dans les cellules vieillissantes, nous pourrions mettre hors circuit l'horloge biologique programmant leur mort et leur offrir ainsi une "vie éternelle". Il s'agit là d'un enjeu majeur, notamment pour la préservation des cultures cellulaires.

Il est toutefois peu vraisemblable que l'on puisse atteindre un équilibre dynamique illimité pour les quelque 10.000.000.000.000 de cellules vivantes qui composent l'organisme humain.

Certains êtres pluricellulaires ont conçu un autre moyen d'approcher l'éternité. Avant de disparaître et de redevenir cendre et poussière, ils ont tendance à se reproduire et utilisent, pour ce faire, l'ADN de cellules spécialisées.

En utilisant un vocabulaire environnemental, la reproduction peut être considérée comme une forme naturelle d'usage durable, de réutilisation et de recyclage des molécules. Toutefois, elle constitue aussi une forme de gaspillage naturel, en raison de tout le matériel biologique consommé et de tous les spermatozoïdes et ovules perdus sans avoir été utilisés.

Summa summarum, la chose peut s'exprimer en latin, en grec, en français, en allemand ou en néerlandais: "*Panta rhei*", "Rien ne se perd, tout se transforme" ou "*Nil novi sub sole*", "Il n'y a rien de nouveau sous le soleil". La chimie de la vie va son chemin, empruntant des voies aussi innombrables qu'admirables.

"Ame de l'Homme,
Comme tu es proche de l'eau,
Destin de l'Homme,
Comme tu es proche du vent"

Johann Wolfgang von Goethe

LA CHIMIE, LES FONCTIONS CÉRÉBRALES ET LE COMPORTEMENT

Les propriétés génétiques peuvent également influencer très fortement les processus chimiques dont le cerveau est le théâtre.

Citons, à cet égard, l'exemple bien connu des "mongoliens", présentant le syndrome de Down. Ces personnes comptent un chromosome excédentaire (trisomie) sur la 21^e paire chromosomique. Ils ne se caractérisent pas seulement par leurs traits de visage, mais aussi par un comportement et des facultés intellectuelles et émotionnelles spécifiques.

Par ailleurs, une personne sur vingt-mille environ souffre de la maladie de Huntington. Cette affection est causée par un seul gène anormal, que le patient porte en lui dès la fécondation.

Les répercussions apparaissent le plus souvent clairement à l'âge mûr. Le patient est affecté de troubles moteurs et devient dépressif. Sa personnalité et son comportement évoluent et sa mémoire faiblit. Outre les particularités génétiquement transmissibles, les troubles mentaux et les

handicaps peuvent également prendre leur source dans de nombreuses autres causes. Les fonctions cérébrales peuvent être perturbées par un manque d'oxygène au stade fœtal, par des hémorragies cérébrales, par une production excessive ou insuffisante de médiateurs chimiques dans les cellules cérébrales, etc.

Un excès de dopamine dans le cerveau provoque des hallucinations et d'autres phénomènes psychotiques, tandis qu'une carence en dopamine entraîne des tremblements parkinsoniens. Un excès de noradrénaline provoque, pour sa part, agitation et anxiété.

Les facultés intellectuelles peuvent également être affectées par des phénomènes de vieillissement imputables à des modifications chimiques.

La maladie d'Alzheimer constitue une forme de démence dans laquelle la mémoire, mais aussi d'autres fonctions mentales, cessent de fonctionner correctement. Les patients éprouvent, notamment, des difficultés d'expression verbale et d'orientation. Souvent, ils ne savent plus où ils se trouvent et leur capacité de jugement décroît.

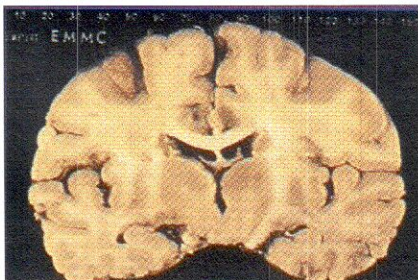
La défaillance des fonctions cérébrales caractérisant la maladie d'Alzheimer repose pour une part essentielle sur une carence en acétylcholine dans le tissu cérébral. Dans ces tissus, l'acétylcholine est décomposée naturellement par l'enzyme acétylcholinestérase. Certains médicaments permettent de freiner l'action de cette enzyme et de diminuer les symptômes d'Alzheimer. L'amélioration n'est hélas que partielle car les tissus cérébraux déjà abîmés ne peuvent être remplacés.

Le cerveau, un organe d'une complexité biologique défiant l'entendement, constitue le substrat de la raison et des sensations chez l'homme. Certaines substances chimiques peuvent exercer sur le comportement humain une influence telle que l'on parle d'une accoutumance presque irréversible (cfr "MENS", dossier 8 "L'être humain et la toxicomanie").

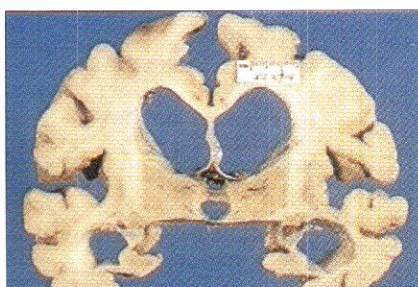
Le corps humain fabrique lui aussi, de manière naturelle, des produits exerçant un



Le film "Le huitième jour" de Jaco Van Dormael (couronné à Cannes en 1996) montre d'une manière émouvante que les mongoliens font parfois preuve de plus de logique et d'humanité dans leurs relations que les individus "normaux", en proie à l'agitation du monde moderne.



Coupe d'un cerveau normal



et d'un cerveau atteint de la maladie d'Alzheimer.

effet d'accoutumance, tels les endorphines. Ces dernières atténuent les sensations de douleur. Leur action peut se comparer à celle de la morphine.

Des recherches chimiques et biologiques approfondies ont permis d'améliorer de mille manières les effets sédatifs de la molécule de morphine, en fonction du type d'application envisagé: dans le cadre d'une intervention thérapeutique de brève ou de longue durée ou pour le traitement de douleurs cancéreuses chroniques. De même, on connaît à présent la structure chimique

du récepteur spécifiquement sédatif de la morphine, du type μ .

Les épices et les boissons peuvent, elles aussi, engendrer une forme d'assuétude. C'est, le cas, notamment, du chocolat et du café. L'alimentation influence de diverses manières le comportement et les sensations de l'être humain. "L'amour passe par l'estomac", comme le rappelle familièrement un proverbe.

L'amour humain passe également, pour une part, par le nez. Des composants chimiques de la transpiration font office de phéromones. Via l'organe nasal, elles éveillent l'instinct sexuel et nous ressentons comme des "fourmis dans le ventre". Les scientifiques étudient en particulier la puissance des phéromones chez les papillons. Quelques molécules suffisent à ceux-ci pour détecter leur partenaire sexuel à des kilomètres de distance.

La forte influence de la chimie sur les émotions et sur les facultés intellectuelles humaines n'empêche pas l'être humain de rester responsable de ses actes. Sa volonté lui permet de contrôler sensations et pensées.

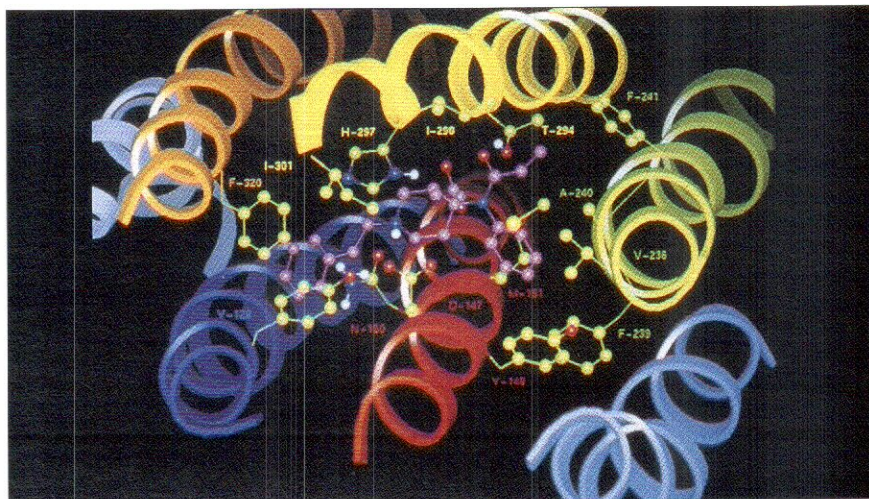
L'amour humain ne se résume évidemment pas à de simples excitations chimiques perçues par le nez ou les yeux et augmentant la concentration de certaines hormones dans le sang, suite à des impulsions nerveuses dirigées vers certains organes par nos neurotransmetteurs.



DES "CHEMOTIONS": OU DES EMOTIONS CAUSEES PAR DES PROCESSUS CHIMIQUES.

Les substances chimiques peuvent entraîner des effets "attractifs" ou "répulsifs". L'action d'insectilices ou de phéromones (qui peuvent également avoir un effet répulsif: cfr supra) est un sujet d'étude, notamment chez les sésies, petits papillons à forme de guêpe (sésiïdés). Seules les femelles produisent des phéromones spécifiques.

Les mêmes insectilices sont désormais reproduites en laboratoire. Un sachet d'insectilices, disposé dans la nature, exerce sur les individus mâles un pouvoir d'attraction irrésistible. L'illustration montre une sésie mâle *Pennisetia hylaeiformis* (Laspeyres, 1801) aux antennes très développées. Celles-ci lui permettent de détecter la source de l'insectilice à un kilomètre de distance. Il est bien difficile de décrire l'émotion du papillon qui découvre qu'aucune femelle n'est en vue. (Avec nos remerciements à: Theo Garrevoet: "Het inventariseren van wespsvinders met behulp van feromonen" (Inventorier les sésies à l'aide de phéromones) - De levende Natuur, 1997).



Le récepteur sédatif de la morphine, du type μ , est une protéine qui consiste en une longue chaîne d'acides aminés. Celle-ci traverse sept fois la membrane de la cellule, en s'enroulant sur elle-même, sous forme de spirale. Les sept morceaux de spirales schématiquement représentés ci-dessus comprennent les acides aminés essentiels, illustrés en trois dimensions au centre de la figure. Au milieu de ces acides aminés se trouve un composé imitant les effets de la morphine, de couleur lilas. L'effet antidouleur de cette molécule est environ 3.000 fois supérieur à celui de la morphine.

L'INDUSTRIE CHIMIQUE ET L'ENVIRONNEMENT

PROCESSUS DE PRODUCTION, SECURITE ET ENVIRONNEMENT

La chimie étant à la base de toutes les formes de vie sur terre, son utilisation nécessite un sens aigu des responsabilités. Il convient, en effet, de pouvoir évaluer objectivement les répercussions positives et négatives des activités de l'industrie chimique sur l'environnement.

Le développement de l'industrie a pris, au cours du vingtième siècle, un essor exceptionnel. Certains s'enthousiasment des progrès et bienfaits de la technologie. D'autres, au contraire, dénoncent les fruits pervers de la révolution industrielle: usines sans âme, produits dangereux, travail insalubre, voire oppression sociale des travailleurs.

Quoi qu'il en soit, il doit être possible de débattre sereinement tous les aspects de l'industrialisation et de ses rapports avec l'homme et son environnement. En ce qui concerne les activités de l'industrie chimique, l'attention se focalise, d'une part, sur les processus de production et les conditions de travail, et, d'autre part, sur les effets des produits fabriqués.



Ce logo symbolise l'engagement de l'industrie chimique et de ses dirigeants à améliorer constamment leurs performances en matière de santé, de sécurité et de protection de l'environnement.

Des films tels "Les Temps Modernes" de Charlie Chaplin, ou "Daens", de Stijn Coninx, avec Jan Decleir, perpétuent l'image négative du processus d'industrialisation au début de ce siècle.

Ces dernières décennies également, divers mauvais exemples d'industrialisation ont défrayé la chronique. L'industrie métallurgique chinoise, mise sur pied sans grand professionnalisme, au cours des premières années du règne de Mao, s'est soldée par une catastrophe humaine et environnementale. Les industries polluantes et technologiquement dépassées de certains pays du bloc de l'Est sont actuellement en cours d'assainissement.

Des dispositifs de sécurité insuffisants, joints à un sens des responsabilités défaillant, expliquent la catastrophe de l'usine chimique de Bhopal (Inde) en 1984. Le dégagement d'un nuage de méthylisocyanate y a causé la mort de plus de 4.000 personnes, auxquelles il faut ajouter quelque 200.000 blessés graves, souvent frappés d'une cécité irréversible.

Il est absolument impératif de conserver sa vigilance vis-à-vis des activités industrielles et de mettre en oeuvre des procédures de contrôles réguliers. L'industrie chimique s'est volontairement engagée à respecter un certain nombre de dispositions connues sous la dénomination "Responsible Care".

Le programme "Responsible Care" comprend:

- des directives relatives à la sécurité et à la santé, au cours des processus de production;
- des dispositions relatives à l'environnement, à la sécurité du produit final et à sa distribution et son utilisation;
- des mesures en faveur d'une diffusion active de l'information, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de l'entreprise.

De 10 à 15% de tous les investissements réalisés dans le secteur chimique sont

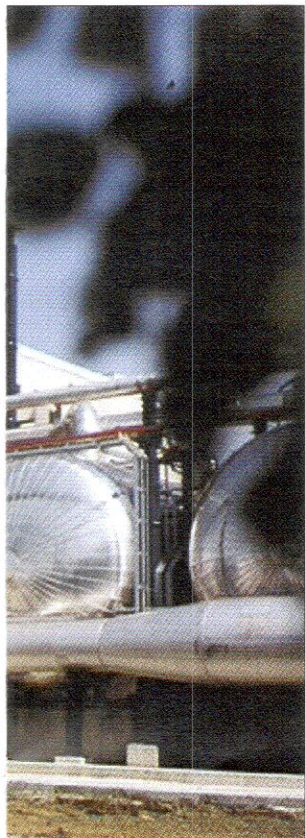


Cette installation assure le traitement de 60.000 m³ par heure et ramène de 4,3 g à 0,02 g par m³ la teneur en composants organiques volatils. Le coût de l'investissement représente environ 400 millions BEF.

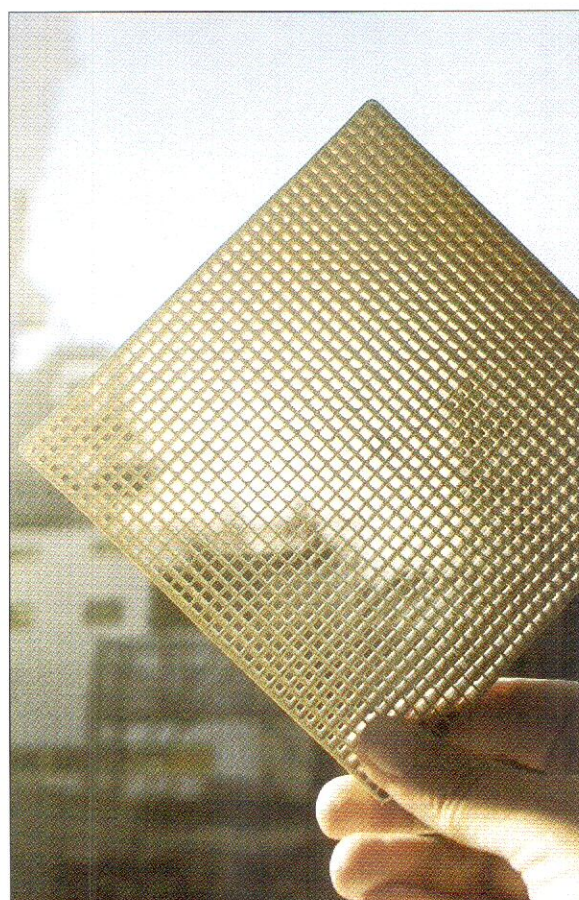
consacrés aujourd'hui aux volets santé, sécurité et respect de l'environnement. Afin de répondre aux exigences en matière de déversage, les entreprises du secteur ont construit un nombre croissant d'installations d'épuration de l'eau et de l'air.

Des composants organiques volatils (COV) sont éliminés par adsorption sur carbone, ce qui permet d'en réduire l'émission à moins d'un centième.

Le recours à des "énergies plus propres" (gaz naturel ou gasoil à teneur réduite en soufre) permet de diminuer de manière drastique les émissions de dioxyde de soufre (cfr MENS, dossier 6 "Les sources d'énergie", p. 17). Entre 1987 et 1995, on a assisté en Belgique à une chute de 60% des émissions de SO₂ par l'industrie chimique. Si l'on effectue ce calcul pour un niveau de production constant (base



Processus assisté par ordinateur

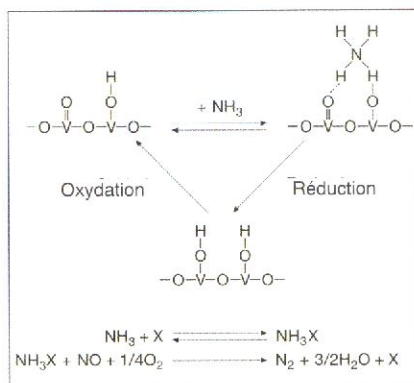


Le recours à des catalyseurs permet de réduire la quantité d'oxydes d'azote (NO_x) et de dioxines dans les fumées émises par les fours d'incinération et/ou les moteurs. On parvient à diminuer de 90% à 95% la teneur en oxydes d'azote par réduction. La diminution atteint même 99% pour la teneur en dioxines, par l'oxydation.

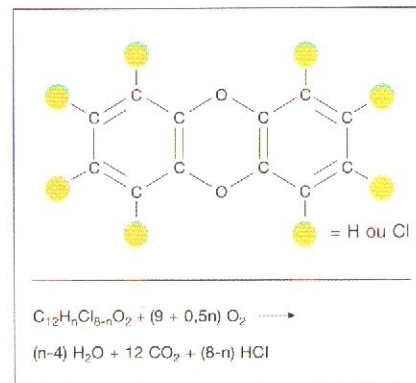
1987=100), la diminution atteint même 80 %.

Les quantités d'oxydes d'azote (NO_x) et de dioxines dans les fumées émises par les fours d'incinération de déchets, peuvent être limitées de manière drastique, grâce à des catalyseurs réduisant les oxydes d'azote en azote et en transformant les dioxines en eau, en gaz carbonique et en quantités négligeables d'acide chlorhydrique.

Le programme "Responsible Care" a permis, par ailleurs, de limiter le nombre d'accidents du travail dans l'industrie chimique. Le contrôle et la qualité des processus de production étant de plus en plus gérés par des ordinateurs, les accidents mortels sont devenus rarissimes. De plus, les causes des maladies professionnelles sont analysées et leurs effets sont limités grâce à l'adaptation des conditions de travail.



Réduction catalytique de NO_x



Oxydation catalytique de dioxines chlorées

PRODUITS FINIS, SECURITE ET ENVIRONNEMENT

Les normes environnementales ne sont pas imposées dans le seul but d'améliorer les processus de production et les conditions de travail. On attache également une importance croissante aux effets environnementaux des produits fabriqués. Presque toutes les formes de conditionnements font également l'objet de calculs détaillés, fondés sur l'analyse du cycle de vie complet et tenant compte de la réutilisation, du recyclage, etc. (cfr dossier de MENS n° 1: "L'emballage est-il superflu?").

La recherche et la mise au point de nouveaux produits chimiques permettent de mieux répondre aux nombreux besoins de l'homme, tout en diminuant fortement leurs effets sur l'environnement.



La médecine n'a pas attendu les avancées de la chimie moderne pour prodiguer des soins. Les toiles d'araignée constituaient au Moyen-Age un médicament efficace pour nettoyer les blessures, arrêter les hémorragies et soulager les douleurs. La description de ces

traitements figure dans un manuscrit médical, le "Livre des simples médecines", du 15e siècle. En cas de fièvre, on appliquait les toiles d'araignée sur les tempes. Pour les saignements du nez, on posait des compresses de toiles d'araignée dans les narines. L'illustration montre une gentille dame, rassemblant les médicaments voulus, pour un patient qui attend ses soins dans l'alcôve.

De nos jours, de telles médications sont accueillies avec un certain scepticisme. L'homme moderne préfère connaître les médicaments auxquels il a recours et leurs principes actifs.

La chimie au service des soins de santé

La mise au point de médicaments et de vaccins plus efficaces a prolongé l'espérance de vie moyenne de l'être humain et a amélioré considérablement son état de santé. Nos amis les animaux ont bénéficié, eux aussi, de cette évolution.

Il n'est pas rare que la mise au point d'un médicament moderne trouve sa source dans l'étude de molécules présentes dans la nature. La chimie moderne a permis le développement de médicaments efficaces pour nettoyer les plaies, arrêter les hémorragies, soulager la douleur et faire disparaître la fièvre. Dès le Moyen-Age, on connaissait, certes, des médicaments aux vertus prisées, mais ceux-ci étaient tout de même moins efficaces. Leur composition chimique était inconnue et leur dosage s'avérait malaisé. Les toiles d'araignée, par exemple, contiennent tout autant de molécules aux vertus médicinales que par le passé, mais les médicaments modernes offrent sans conteste de meilleurs gages de sécurité.

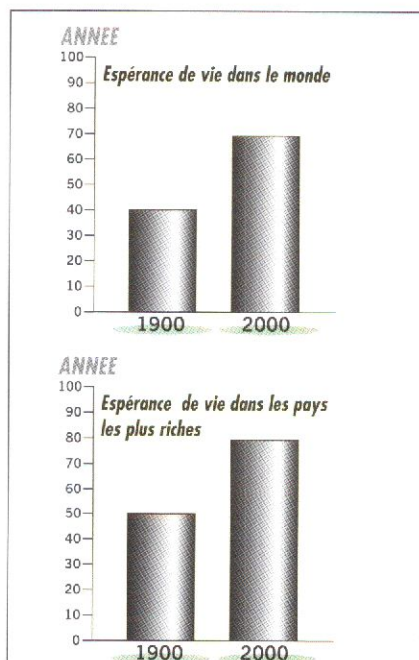
Les remarquables progrès accomplis dans

la mise au point des vaccins et des médicaments ne signifient nullement que les chercheurs peuvent désormais se reposer sur leurs lauriers. Diverses maladies liées à la vieillesse, les infections virales, les cancers et les affections vasculaires exigent des médicaments plus efficaces encore.

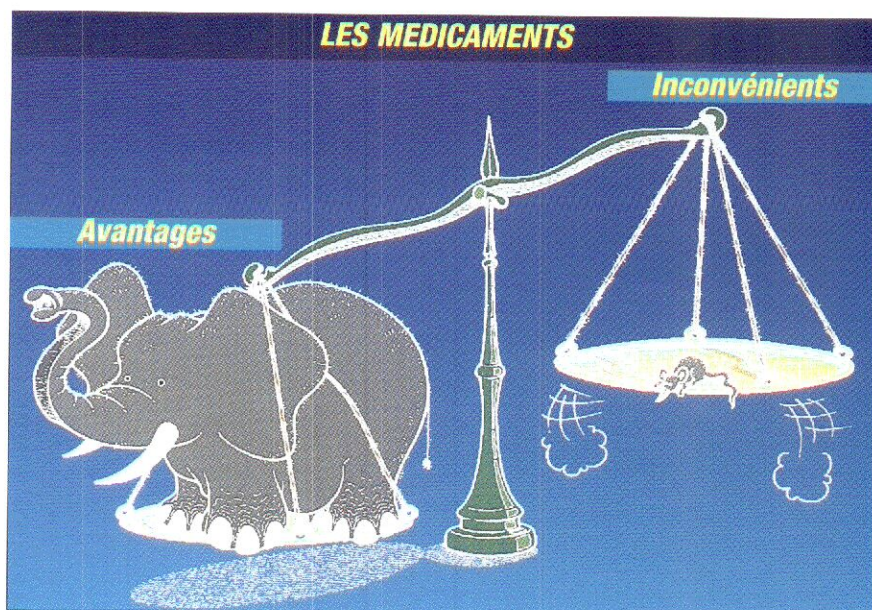
Certaines maladies, comme la variole, semblent vaincues. Un certain nombre d'autres maux sont affaiblis et peuvent aujourd'hui être combattus beaucoup plus efficacement, par exemple la peste, le choléra, la poliomyélite et les infections liées à certains vers. Mais d'autres maladies infectieuses reprennent vigueur, comme la malaria et la tuberculose, pour ne citer que ces deux exemples. Utilisés à mauvais escient, les antibiotiques engendrent en effet, à leur tour, de nouveaux problèmes de résistance.

Chimistes, biologistes et médecins sont confrontés à des affections dont ils ne soupçonnaient même pas l'existence antérieurement. On citera l'exemple des maladies immunologiques ainsi que des maladies causées par des virus et des prions, comme le SIDA, la maladie d'Ebola, ou encore celle de Creutzfeldt-Jakob.

La connaissance de la chimie joue un rôle crucial dans ces nouveaux défis à relever.



Grâce aux progrès réalisés en médecine, en hygiène et dans l'alimentation, on est parvenu à augmenter de quelque 30 années l'espérance de vie moyenne dans le monde. La mise au point et l'utilisation de médicaments et de vaccins de meilleure qualité contribuent à ce succès pour au moins un tiers (10 ans). (W.H.W. Inman, 1984)



Les médicaments prolongent de plusieurs années l'espérance de vie moyenne. Toutefois, les risques inhérents aux médicaments et une utilisation inadéquate de ces derniers peuvent, estime-t-on, réduire de quelques minutes l'espérance de vie moyenne. En tout état de cause, les avantages des médicaments sont quelque 100.000 fois plus importants que leurs inconvénients. Qui plus est, ils ont également comme résultat l'amélioration de la qualité de la vie.

La chimie au service de l'alimentation

L'être humain se nourrit en ingérant un nombre incroyable de produits variés, depuis les "hamburgers" jusqu'au pudding au chocolat. Peu importe, apparemment, que la nourriture contienne toutes sortes de molécules toxiques et cancérogènes, pour autant que l'on ne dépasse pas certains seuils.

Même les aliments à base de "produits naturels" contiennent des produits chimiques qui ne diffèrent pas fondamentalement des molécules issues d'un laboratoire chimique.

La croissance démographique sur terre a inévitablement engendré un mode de culture et d'élevage intensifs, nécessaire pour répondre aux besoins alimentaires mondiaux.

Mais les ressources offertes par l'agriculture et l'élevage ont, elles aussi, leurs limites. Pensons aux millions de victimes de la famine survenue en Irlande, à la fin du siècle dernier, et au vaste mouvement d'émigration qui a suivi les désastreuses récoltes de pommes de terre sur cette "île verte" et aux problèmes actuellement posés par la peste porcine et la maladie de la vache folle.

La chimie a aussi permis de découvrir de nombreux médicaments à usage vétérinaire

et des produits de protection pour plantes, contribuant ainsi à prévenir de nombreuses famines.

Une meilleure connaissance de la chimie de l'ADN et des mécanismes de l'hérédité a, pour sa part, fait progresser la biotechnologie à pas de géants. Grâce à cette connaissance, nous sommes désormais à même de reproduire des plantes et des animaux génétiquement "améliorés", susceptibles à leur tour de nous aider à résoudre les problèmes d'alimentation qui nous menacent.

La chimie au service de la vie moderne

Les développements de la chimie n'ont pas seulement eu des répercussions directes sur la survie et la santé des êtres humains, grâce à la découverte de médicaments nouveaux et à l'optimisation des ressources nutritives. Ils influencent également la qualité de la vie quotidienne et ce, dans les petites comme dans les grandes choses.

Parmi les plus grands bienfaits de la chimie figure sans conteste l'eau potable dont nous ne disposons que grâce à un traitement chloré adéquat. La plupart des piscines, elles aussi, ne sont utilisables que grâce au chlore utilisé comme désinfectant.

On citera également les innombrables produits synthétiques, si utiles dans les

emballages, dans le bâtiment et dans de nombreux autres domaines.

Les économies d'énergie constituent l'un des plus importants objectifs en vue d'éviter l'épuisement des ressources énergétiques naturelles et de tendre vers un développement durable et un environnement de qualité. La chimie a permis, et continue à permettre, l'émergence de solutions toujours plus efficaces dans ce domaine.

Une grande variété de nouveaux matériaux sont mis au point en vue d'obtenir une meilleure isolation des toitures, des murs, des planchers et des canalisations dans la construction des logements. Les matières plastiques jouent, elles aussi, un rôle important, car elles constituent un élément de sécurité, par ex. dans l'isolation des conduites électriques. On a pu sauver un bâtiment historique tel que la cathédrale de Tongres en renforçant ses structures à l'aide de 60 tonnes de résines époxy.

Dans le secteur des transports, le remplacement du fer et de l'acier par des matières plastiques, beaucoup plus légères, permet également de réaliser des économies d'énergie considérables. Les additifs chimiques présents dans les carburants et dans les huiles prolongent la durée de vie du moteur et en augmentent le rendement. Parallèlement, ils permettent le recours à des variétés d'essence à faible teneur en plomb, voire sans plomb.

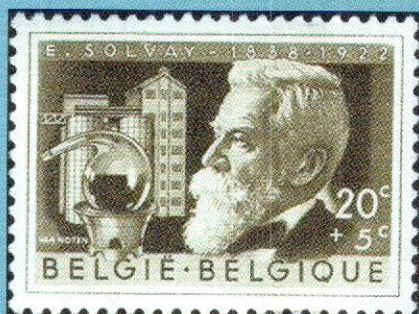
La chimie, un partenaire incontournable

Tout ce qui se trouve sur terre et dans le reste de l'univers, animé et inanimé, est composé d'atomes et de molécules. La chimie définit les conditions de la vie et de la mort, de la maladie et de la santé.

Quiconque est soucieux de son environnement et d'un développement durable doit absolument se mettre à l'étude de la chimie. Nous avons en effet plus que jamais besoin de chimistes dûment qualifiés pour remplir toute une série de missions importantes, en vue de permettre à l'humanité de continuer à vivre en harmonie avec son environnement. La chimie constitue, pour notre avenir, une discipline incontournable.

DES CHIMISTES BELGES DE REPUTATION MONDIALE

Les chimistes belges ont apporté une contribution essentielle à la découverte de nouveaux produits chimiques aux applications particulièrement intéressantes. Parmi les pionniers notoires de l'industrie chimique figurent notamment les noms suivants:



Ernest Solvay

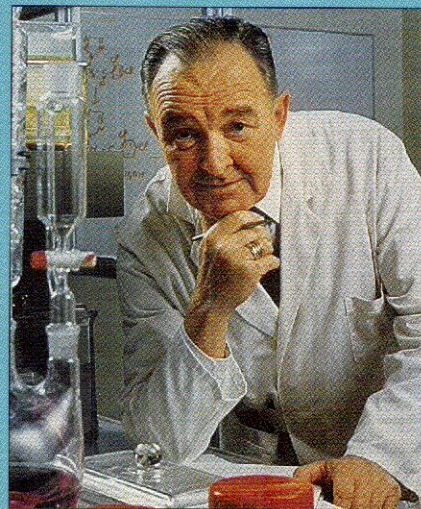
Ernest Solvay, qui a conçu en 1863 un nouveau procédé permettant de produire à l'échelle industrielle du carbonate de sodium (de la soude).



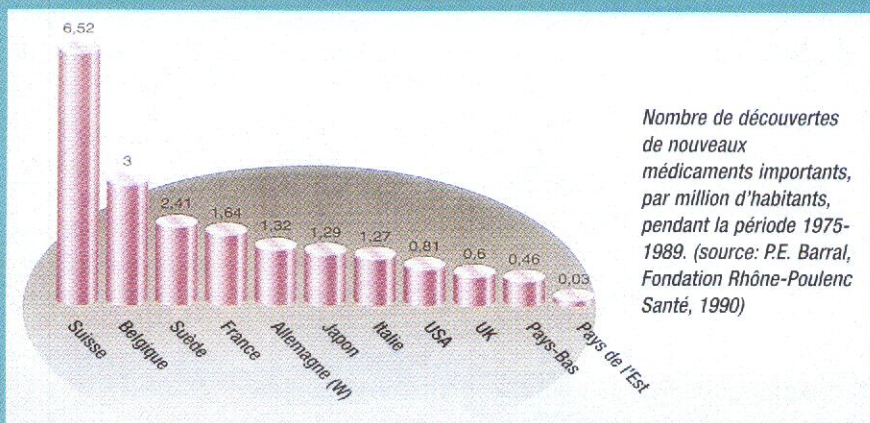
Ilya Prigogine

Ilya Prigogine s'est vu décerner le Prix Nobel de chimie en 1977. Il a étudié les fondements de la mécanique quantique et l'interprétation microscopique de la notion d'irréversibilité. La découverte des "structures dissipatives" qui impliquent une situation de "non-équilibre" l'a amené à rechercher une formulation des lois microscopiques classiques ou quantiques qui incorporent la flèche du temps. Le Vicomte Prigogine est membre d'une cinquantaine d'académies et titulaire de 34 titres de Docteur Honoris Causa.

Paul Janssen, qui a entamé en 1953 des recherches médicales innovantes, débouchant sur des succès remarquables et reconnus dans le monde entier. Une vingtaine d'universités d'Amérique, d'Asie et d'Europe, lui ont décerné le titre académique de "docteur honoris causa". Par ailleurs, ses qualités d'industriel et de fondateur d'une entreprise pharmaceutique ont permis à la Belgique de se hisser, au cours de la dernière décennie, dans le peloton de tête des nations innovantes dans le domaine pharmaceutique, suivant de près les Suisses qui se sont depuis belle lurette distingués en la matière.



Paul Janssen

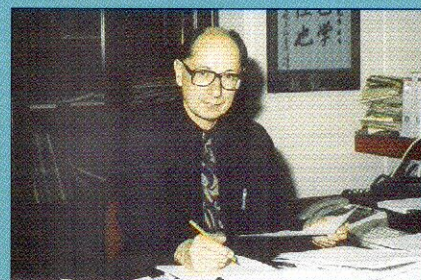


Nombre de découvertes de nouveaux médicaments importants, par million d'habitants, pendant la période 1975-1989. (source: P.E. Barral, Fondation Rhône-Poulenc Santé, 1990)



Lieven Gevaert

Lieven Gevaert, qui a mis au point en 1890 une méthode industrielle en vue de déposer une pellicule photosensible sur des plaques et du papier, permettant ainsi à la photographie de prendre véritablement son essor.



Marc Van Montagu

Marc Van Montagu, qui a jeté les bases de nombreuses applications nouvelles de plantes transgéniques. Son apport scientifique ouvre la voie à la production d'aliments de meilleure qualité, répondant à la fois aux besoins croissants dus au développement démographique et au souci de diminuer la charge environnementale causée par l'usage intensif de produits de protection des plantes.