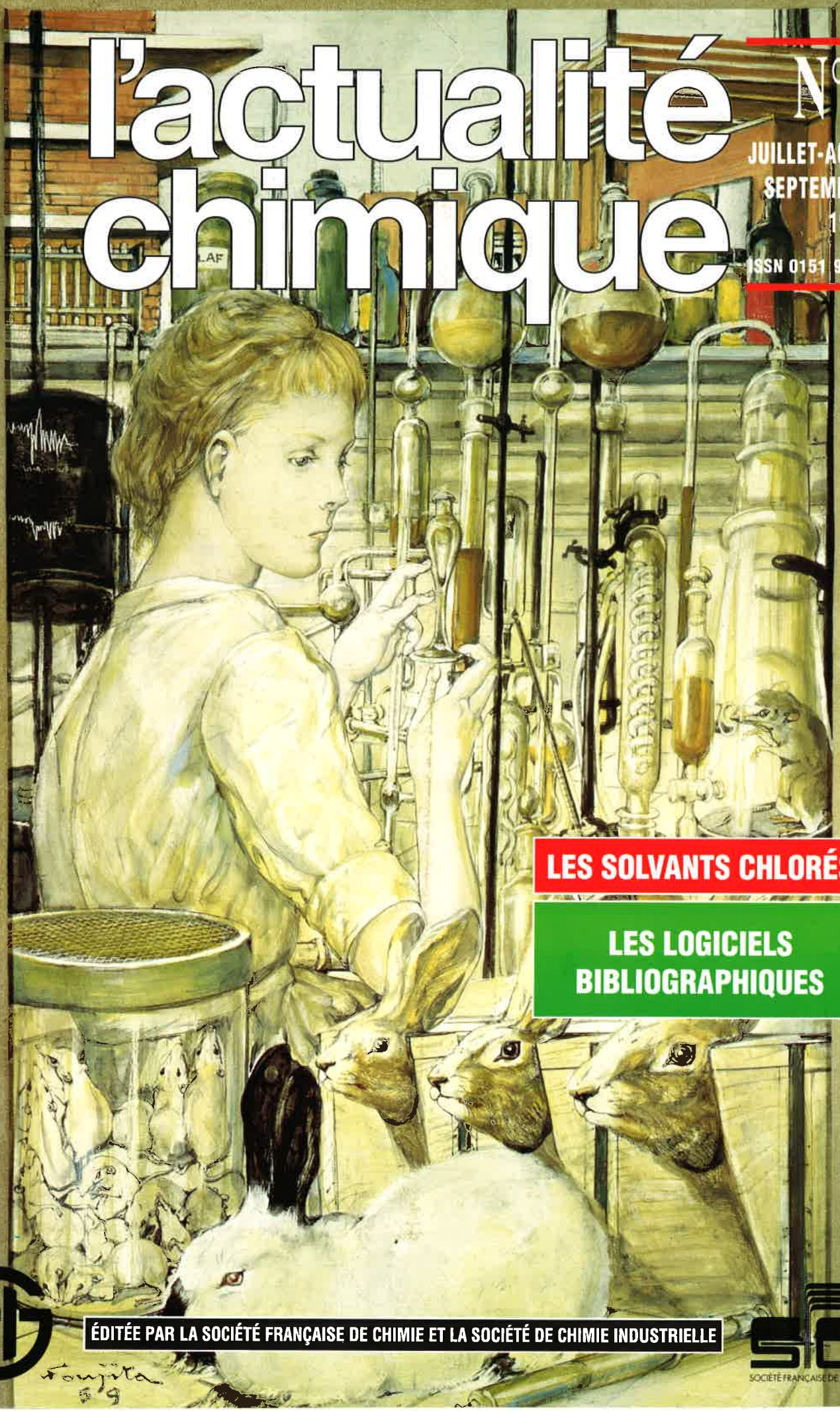
l'actualité chimique

N° 4
JUILLET-AOÛT
SEPTEMBRE
1993
ISSN 0151 9093



LES SOLVANTS CHLORÉS

LES LOGICIELS BIBLIOGRAPHIQUES

ÉDITÉE PAR LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE CHIMIE ET LA SOCIÉTÉ DE CHIMIE INDUSTRIELLE

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE CHIMIE

N° 4 • JUILLET/AOÛT/SEPTEMBRE 1993

Notre couverture : Foujita 1959 (avec l'aimable autorisation de Roussel Uclaf).

Directeur de la publication :
Jean-Baptiste Donnet

Rédacteur en chef :
Raymond Hamelin

Rédactrice, chef des informations :
Thérèse Chaudron

Rédactrice :
Miren Helou

Secrétaire de rédaction-maquette :
Evelyne Girard

Relations extérieures, promotion :
Gérard Perreau

Comité de rédaction :
G. Balavoine (Orsay), G. Bram (Orsay), J. Buendia (Roussel-Uclaf), P. Caro (Cité des sciences), D. Decrooq (IFP), J.C. Depezay (Paris V), J.B. Donnet (SFC), J.P. Foulon (Lycée Henri IV), J.P. Guetté (CNAM), R. Hamelin (SFC), J.H. Lefour (Ecole polytechnique), P. Leprince (IFP), J.C. Mendelsohn (Elf Atochem), G. Montel (INP, Toulouse), A. Navarro (INSA - Lyon), R. Ouliac (Rhône-Poulenc), G. Ourisson (ULP - Strasbourg), A. Picot (ICSN, Gif-sur-Yvette), D. Reymond (SFC - SCI), R. Rosset (ESPCI), L. Sajus (Technip Ingénierie)

L'ACTUALITÉ CHIMIQUE
250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris
Tél. : (1) 43.25.20.78
Télécopie : (1) 43.25.87.63

RÉGIE PUBLICITAIRE
Promoduc,
91, faubourg Saint-Honoré,
75370 Paris Cedex 08
Tél. : (1) 44.71.35.28
Fax : (1) 39.76.68.07

Publication analysée par Chemical Abstracts Service

OJD 1986 — SPEP

SOMMAIRE

ÉDITORIAL

▲ Hommage, par R. Hamelin — 5

RECHERCHE

▲ Les logiciels bibliographiques sur Macintosh. Étude comparative, par B. Lassalle — 7

▲ Bio Avenir : premier bilan — 21

▲ Fiche logiciel n° 2 bis : Mad — 25

ENVIRONNEMENT

▲ Le climat et la couche d'ozone, par D. Cariolle — 27

▲ Dysinformation et grand public, par H. Tazieff — 29

▲ Effet de serre/couche d'ozone, par R.H. — 30

▲ IEI et Pollutec, par J. Laporte — 32

HISTOIRE DE LA CHIMIE

▲ L'électrolyse au XIXe siècle, par F. Cœuret — 33

▲ Il y a cent ans... — 40

HYGIÈNE-SÉCURITÉ

▲ Évaluation du pouvoir cancérogène des composés chimiques, par M. Hubert-Habart — 41

▲ Sécurité et prévention. II. Risques liés à la manipulation des produits cancérogènes. D. Liste réactualisée des produits génotoxiques, par A. Picot, J.-C. Zerbib, M. Castegnaro — 44

ENSEIGNEMENT

▲ Évaluation des élèves en physique et en chimie. Prise en compte des activités expérimentales — 59

▲ Olympiades nationales de la chimie. Le concours national 1993 — 64

▲ Faut-il créer des classes préparatoires intégrées pour les écoles de chimie, par J. Arzallier — 66

▲ Le devenir des diplômés des IUT chimie et génie chimique — 67

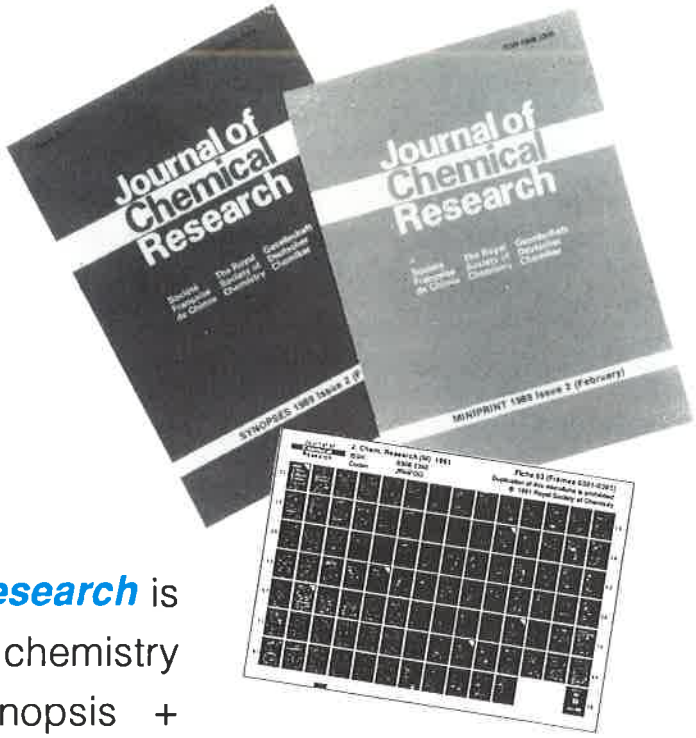
INDUSTRIE

▲ Étude qualitative et quantitative des sources diffuses de solvants chlorés — 69

NOUVEAUTÉS — 81

▲ Index des annonceurs ▲ Petite annonce — 88

JOURNAL OF CHEMICAL RESEARCH



The ***Journal of Chemical Research*** is unique. It is the only pure chemistry journal to employ the synopsis + microform concept. Launched in 1977, it is sponsored jointly by the Royal Society of Chemistry, the Gesellschaft Deutscher Chemiker, and the Société Française de Chimie. It covers all areas of chemistry, and appears in two parts: Part S and Part M.

Part S consists of synopses of research papers, or short self-contained papers, of one or two pages in length. ***Part M*** contains reproductions of the full texts corresponding to the synopses appearing in Part S, and is available either as microfiche or as miniprint (3:1 reduction of author's typescript). Libraries generally subscribe to both Parts S and M.

The journal is refereed and edited to the high standard associated with the sponsor Societies, and Part S is a high-quality typeset journal, the text of which is also available for computerised searching via the host STN (as part of Chemical Journals Online).

There are ***no page charges.*** As well as ***50 free reprints*** of each article published, an author receives ***free copies*** of the issue in which the article appears, and ***a year's free subscription!***

ÉDITORIAL

HOMMAGE

Heureux hasard du calendrier : le présent numéro de *L'Actualité Chimique* doit être diffusé le jour du 70e anniversaire de Jean-Baptiste DONNET, Président de la Société Française de Chimie. L'équipe rédactionnelle a tenu à s'associer aux diverses manifestations, intimes ou solennelles, qui ne manqueront pas de l'honorer en cette occasion.

Sans doute faudrait-il évoquer ici sa carrière d'enseignant et de chercheur, ses responsabilités dans l'université et dans l'industrie, ses qualités de conférencier, ses nombreux titres, fonctions, décorations, ... Nous préférons concentrer notre hommage sur son action à la tête de la Société Française de Chimie.

La communauté des chimistes français, que la SFC a vocation de regrouper, peut être fière d'être représentée, au plan national comme au plan international, par l'un de ses membres les plus brillants et les plus respectés par leur personnalité et par leurs réalisations professionnelles.

Remarquable est son étonnante disponibilité, étonnante lorsqu'on connaît les sollicitations auxquelles il est soumis, à Mulhouse bien sûr, mais aussi sous les cieux les plus lointains. C'est cette disponibilité qui lui permet de traiter les problèmes de cohésion et d'équilibre humain et financier qui se posent à la SFC. Ses origines auvergnates peuvent être pour quelque chose dans son attachement à une rigueur, ferme et souriante, qui, en mobilisant les énergies et en stimulant l'esprit d'équipe, assurera l'avenir de la Société.

Le profond renouveau de *L'Actualité Chimique*, devenu l'organe d'expression de la communauté des chimistes de langue française, est sans doute la composante de l'action du Président DONNET la plus immédiatement perceptible. Elle est le témoignage très apparent du dynamisme qu'il a su redonner à la SFC au moment où se bâtit l'Europe des chimistes. Il était temps.

Merci au Président DONNET. Joyeux anniversaire !

R. Hamelin
Rédacteur en chef

Dédié au Professeur J.B. DONNET à l'occasion de son 70e anniversaire

Deuxième conférence internationale sur le noir de carbone
Mulhouse, 27-29 septembre 1993

Secrétariat : Dr E. Papirer. Tél. : 89 42 01 55. Fax : 89.32.09.96.

DO YOU NEED TO PUBLISH...

- ✳ **Quantities of numerical data**
- ✳ **Detailed descriptions of procedures**
- ✳ **Computer program listings**

...in a refereed primary research journal?

JOURNAL OF CHEMICAL RESEARCH

Offers a convenient means of publishing such material quickly, in the easily accessible **Synopsis + Microform** format. *Without the need for Databanks or Supplementary Data schemes!*

DO YOU NEED TO PUBLISH RAPIDLY...

- ✳ **Full details of an isolated but important observation?**
- ✳ **Full details of work supplementary to a published major project?**

JOURNAL OF CHEMICAL RESEARCH

Offers an attractive means of publishing such material, within 3 months of acceptance, in its two-page Short Paper format.

Pour toute information, contacter :
la Société Française de Chimie,
co-éditeur du J.C.R.
250, rue Saint-Jacques
75005 Paris

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE CHIMIE

Les logiciels bibliographiques sur Macintosh
Étude comparative

Bernard Lassalle* *Professeur*

La bibliographie constitue la préoccupation quasi journalière des chercheurs. Cette activité se déroule en trois phases, la recherche d'informations, le stockage de ces informations et enfin l'utilisation de ces informations.

Avant l'avènement de la micro-informatique, ces tâches consistaient à compulser les publications présentant régulièrement les sommaires des principaux périodiques (*Current Contents, Bulletin signalétique du CNRS,* etc.), puis à stocker sur fiche cartonnée les informations les plus pertinentes et à remplir les demandes de tirés à part soit aux auteurs soit aux organismes spécialisés (centres de documentation du CNRS, de l'Inserm). Si ces deux phases étaient relativement aisées bien que souvent fastidieuses, il n'en allait plus de même pour l'utilisation de l'information stockée. La recherche de références dans un fichier cartonné tenait souvent de la gageure et son efficacité douteuse même avec l'utilisation d'onglets de couleurs variées. Quant à l'édition des références lors de la rédaction d'un article, elle tenait toujours du parcours du combattant semé d'embûches, à la virgule près tant les formats demandés par les éditeurs de périodiques sont divers et variés. Pour peu que l'article soumis à une revue était refusé, toute la bibliographie était à reformater pour être présentée dans une autre revue. L'utilisation de l'imparfait se justifie aujourd'hui puisque toutes ces tâches sont maintenant largement facilitées grâce à la micro-informatique et aux logiciels dont la finalité clairement définie est de gérer la bibliographie autrement dit d'effectuer de manière automatique toutes les fonctions que nous venons d'énumérer.

Un logiciel bibliographique va donc permettre de stocker des références bibliographiques soit manuellement par saisie au clavier, soit automatiquement par reprise des informations sélectionnées à partir de supports divers (Current Contents disquette, serveurs de banques de données, CD-ROM). Ces références stockées pourront ensuite être éditées entièrement automatiquement en respectant les normes exigées par les éditeurs de périodiques.

Il existe actuellement sur le marché un certain nombre de logiciels français ou américains dédiés à la gestion bibliographique tant dans le domaine PC que celui du Macintosh. Nous nous proposons dans cet article de faire une étude comparative des logiciels bibliographiques sur Macintosh.

Avant de présenter les logiciels que nous avons retenus dans notre étude, il convient de distinguer d'emblée les logiciels bibliographiques des logiciels documentaires. Les premiers répondent aux critères que nous avons énumérés, les seconds, par contre, sont plutôt destinés aux documentalistes qui ont à gérer une grosse bibliothèque de documents de tous types et qui sont confrontées aux problèmes du bulletinage (suivi des abonnements) et de la gestion des prêts mais qui n'ont pas le souci des éditions de fiches aux formats les plus exotiques tels ceux que nous rencontrons lors de la publication de nos articles. Nous avons donc écartés de notre analyse les logiciels documentaires (Alexandrie, BiblioTech, Babylone Documentation, etc.) [1].

Notre propos, dans cette étude, est de mieux faire connaître les principaux logiciels bibliographiques tant français qu'américains à travers les fonctionnalités qu'ils possèdent et de montrer qu'il n'est pas toujours nécessaire d'aller chercher ailleurs ce qui existe chez soi, certains produits français rivalisant, surpassant même les produits d'outre-Atlantique. Nous avons choisi de présenter les trois programmes américains, sans doute les plus connus aux États-Unis, EndNote Plus, Pro-Cite et Reference Manager et trois produits français, BiblioDoc, BiblioMac et MultiPubli (Babylone Bibliographie n'étant plus diffusé) [2].

L'écriture de cet article est le fruit de l'expérience en matière de bibliographie de l'auteur qui anime depuis 3 ans des stages de gestion bibliographique sur Macintosh au CNRS et qui est le concepteur d'un des logiciels bibliographiques présentés dans cette étude, BiblioMac.

Source : *Le Micro Bulletin*, décembre **1992** - janvier **1993**, n° 47.
*Université des Sciences et Technologies de Lille, Laboratoire de biologie animale, bât. SN3, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex. Tél. : 20.43.44.27. Fax : 20.43.40.38.

PRÉSENTATION DES LOGICIELS

Pro-Cite 2.02
Développé par la société Personal Bibliographic Software (Michigan, USA), il est recommandé et aussi diffusé par la société ISI, éditrice du Current Contents. Il existe aussi sur PC. Sa capacité de stockage est de 100 000 fiches.
Reference Manager 2.05
Développé par la société Research Information Systems (Californie, USA), il constitue le logiciel associé au concurrent du Current Contents, Reference Update. Il existe aussi sur PC. Il peut gérer jusqu'à 32 000 fiches.
EndNote Plus 1.0
Edité par la société Niles and Associates (Californie, USA), il est indépendant de toute banque de données. Il est l'un des plus connus et utilisés aux États-Unis. EndNote Plus sait gérer 30 000 fiches.
BiblioDoc 3.4
Développé sur Hypercard par une équipe de l'hôpital Purpan à Toulouse et diffusé par la société ERSIG, ce logiciel ne fonctionne que sur Macintosh. Sa capacité est de 5000 fiches.
MultiPubli 1.3
Lui aussi développé à Toulouse (CNRS - Laboratoire de chimie de coordination), à partir du système de gestion de base de données 4e Dimension, ce programme ne fonctionne que sur Macintosh. La capacité de stockage est liée à la taille du disque dur.
BiblioMac 3.03
Développé à l'Université des Sciences et Technologies de Lille (Laboratoire de biologie animale) à partir de 4e Dimension, ce logiciel ne fonctionne que sur Macintosh. La capacité de stockage est liée à la taille du disque dur.

Protection

Pro-Cite, Reference Manager et EndNote Plus ne possèdent aucune protection. La base peut être modifiée par tout utilisateur. BiblioMac, BiblioDoc et MultiPubli possèdent des mots de passe qui autorisent le possesseur du mot de passe à effectuer toutes les opérations d'édition sur la base. Les autres sont acceptés comme consultants, ils ne peuvent que lire le contenu de la base sans possibilité de modification.

Visualisation et édition des fiches

Pro-Cite

A l'ouverture d'une base, une seule fiche est présentée. Elle correspond à la première fiche dans l'ordre alphabétique des auteurs qui est l'ordre de tri par défaut de Pro-Cite. La fiche est contenue dans une fenêtre pourvue d'un ascenseur vertical permettant de visualiser l'intégralité de la fiche. Ce mode de fonctionnement est rendu nécessaire du fait que les rubriques sont disposées en ligne, la hauteur de chaque ligne variant en fonction du contenu. Dans ce mode, la fiche est éditable.

Les boutons "next" et "previous" permettent de se déplacer de fiche en fiche. Le mode "browse" affiche 3 références dont la taille est proportionnelle à celle de l'écran du Macintosh. Sur un Mac compact, seuls les auteurs et le titre sont visualisés mais l'ascenseur vertical est toujours disponible. Dans ce mode, seule la fiche centrale est éditable *(figure 1)*.
Dans ces 2 formes de visualisation, le type de format (article de périodique, livre, congrès, etc.), le numéro de la fiche et l'ordre de tri sont indiqués.

Reference Manager

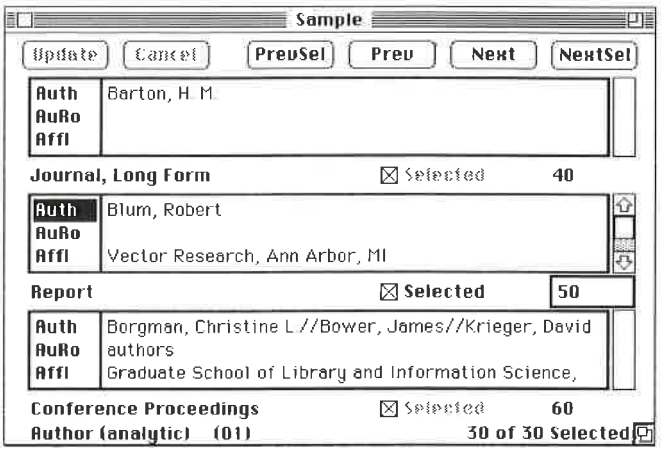


Figure 1 - Visualisation des fiches en liste dans Pro-Cite.

Au démarrage de Reference Manager, les fiches sont visualisées sous la forme d'une liste, une fiche par ligne dans laquelle figurent le numéro de la fiche, l'année, le nom du premier auteur de l'article et le début du titre de l'article. Les fiches sont listées par ordre de création et non pas par ordre alphabétique des auteurs *(figure 2)*. Un double clic sur une fiche permet d'éditer toutes les rubriques.

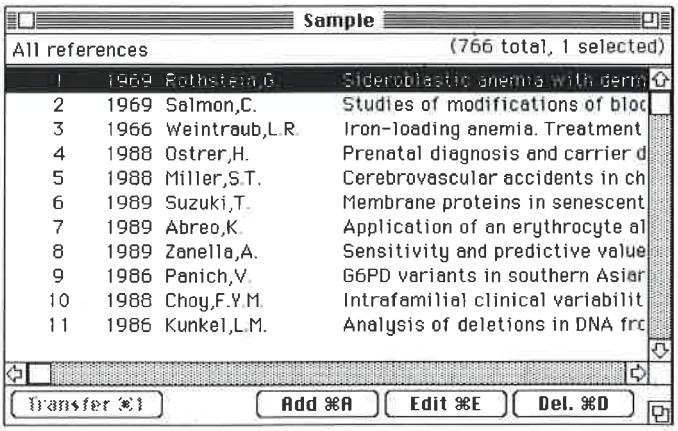


Figure 2 - Visualisation des fiches en liste dans Reference Manager.

EndNote Plus

Les fiches sont présentées en liste comme dans Reference Manager mais sans le numéro de la fiche et elles sont triées par ordre alphabétique des auteurs. Un double clic présente le masque d'édition.

BiblioDoc

Le démarrage de BiblioDoc conduit à une fiche pivot qui oriente le choix des opérations à effectuer en cliquant sur le bouton approprié : saisie, import de fiches, visualisation en liste, consultation de la base fiche par fiche, recherche de fiche et accès aux outils (mots de passe, édition des lexiques, import et export de fiches depuis ou vers une autre base).

La visualisation de l'ensemble des fiches de la base se distingue, non pas par l'apparence de la fiche visualisée somme toute assez classique (premier auteur, titre abrégé, année), mais par le mode de présentation rappelant un répertoire téléphonique. Il faut cliquer sur l'un des 26 onglets correspondant aux lettres de l'alphabet pour lister les fiches dont le nom du premier auteur commence par la lettre choisie. Un clic sur une fiche présente la fiche complète et éditable.

MultiPubli

MultiPubli présente en introduction un écran d'accueil permettant d'entrer dans l'un des 7 fichiers constituant la base, 5 d'entre eux étant très généraux (publications, revues, personnes, organismes, mots clés), les 2 autres spécialisés dans le domaine de la chimie (lexique de formules et numéros d'enregistrement). Le retour à cet écran est obligatoire pour passer d'un fichier à l'autre.

Une fois entré dans un fichier d'un simple clic de souris, les fiches sont présentées en liste. Le fichier des publications regroupe les références bibliographiques présentées sous forme d'une liste où sont présentés le numéro de la fiche, son type (article, brevet, etc.), l'année, le numéro de volume et le titre tronqué si nécessaire pour tenir sur une ligne. Un double clic permet de visualiser l'intégralité du contenu de la fiche en lecture seulement. La sortie de la visualisation renvoie à l'écran d'accueil pour à nouveau lister toutes les fiches. Pour modifier une fiche, il faut sélectionner la référence à l'écran et cliquer sur l'icône de modification. La sortie du mode modification nous ramène cette fois à la liste complète des fiches.

BiblioMac

BiblioMac présente les fiches en liste mais contrairement aux autres logiciels présentés, chaque référence listée présente tous les auteurs, le titre complet ainsi que le périodique, le volume et les pages *(figure 3)*. En outre, sont indiqués la présence d'un résumé, la disponibilité du tiré à part et le type de fiche (livre, article de livre, rapport, etc.). Ce mode de visualisation, s'il présente moins de fiches en un seul écran, présente l'avantage de donner une vue globale des informations essentielles de la fiche. Les fiches sont présentées par ordre de création dans la base. Un double clic sur une fiche présente la fiche complète en un seul écran. Cette fiche est directement modifiable et des boutons permettent de faire défiler les fiches sans quitter ce mode saisie ce qui évite de devoir repasser par la visualisation des fiches en liste. Cette fonction ne se retrouve que dans Pro-Cite.

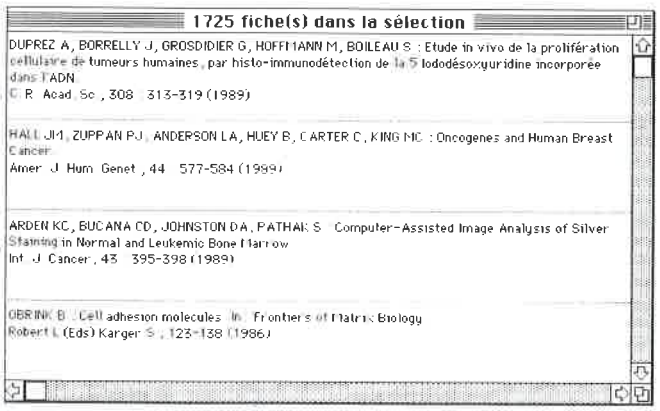


Figure 3 - Visualisation des fiches en liste dans BiblioMac.

Saisie manuelle d'une fiche

Pro-Cite

La saisie au clavier d'une fiche dans Pro-Cite ("Insert Records") passe par la sélection du masque de saisie approprié. Vingt masques de saisie sont préprogrammés (de l'article de périodique jusqu'au programme informatique en passant par les livres et autres films) et 6 peuvent être définis par l'utilisateur. Un masque de saisie peut contenir jusqu'à 45 rubriques. Le nom des rubriques est fourni sous forme d'une abréviation de 3 ou 4 lettres souvent sybillines, mais fort heureusement le nom complet de la rubrique apparaît toujours au bas du masque de saisie. Il n'empêche que ce nom complet n'est pas toujours très explicite du genre author role (monographic) ou author role (analytic) ou encore author role (subsidiary) et j'en passe, il vaut mieux se plonger dans le manuel pour en comprendre toutes les subtilités. Les masques de saisie personnalisables par l'utilisateur peuvent être créés de toutes pièces en précisant les rubriques du futur format de saisie ou basés sur l'un des 20 masques pré-existants.

La saisie d'une fiche nécessite de respecter certaines conventions dans quelques rubriques. Les auteurs sont entrés sur une ligne en séparant chaque auteur du suivant par un double slash (//), le nom de l'auteur doit être entré en minuscules, les initiales prénoms doivent être suivies d'un point et séparées du nom par une virgule. Les mots clés doivent être séparés par un slash. La saisie de certaines rubriques est facilitée par l'appel de dictionnaires à partir des menus. Trois lexiques sont fournis par défaut (auteurs, périodiques et mots clés) mais l'utilisateur peut en créer d'autres. Les mots clés peuvent être saisis au clavier, à l'aide du lexique ou encore en sélectionnant un mot dans une rubrique puis en demandant de le copier dans la rubrique mots clés.

Le contenu de toutes les rubriques peut faire l'objet d'un enrichissement typographique (gras, italique, exposant, indice).

L'enregistrement de la fiche est obtenu en cliquant le bouton "Insert".

Reference Manager

Reference Manager possède 6 masques de saisie différents (article, livre, article de livre, sous-presse, abstract et travail non publié) non personnalisables. Ces masques se présentent de façon peu traditionnelle et assez peu ergonomique. En effet, chaque masque est constitué d'une succession d'écrans que l'on doit faire défiler en cliquant sur un bouton (ou en choisissant l'écran voulu dans un pop up menu) pour entrer successivement les noms d'auteurs, le titre, les mots clés, la référence de l'article (nom du périodique, année, volume, pages) et les notes. Heureusement, au bas de chaque fenêtre de saisie, la

référence complète non éditable est affichée. Ces formats de saisie ne peuvent pas être modifiés. Les auteurs, contrairement à Pro-Cite, sont entrés non pas sur une seule ligne, un auteur par ligne. Cette façon de faire sera identique dans tous les autres logiciels bibliographiques analysés dans cette étude comparative. Le formatage des auteurs est identique à ce qui a été dit pour Pro-Cite c'est-à-dire, les noms en minuscules, suivis d'une virgule et les initiales prénoms séparées par un point. Les mots clés sont saisis comme pour les auteurs, soit un mot clé par ligne.
Trois lexiques sont disponibles pour faciliter la saisie, un lexique d'auteurs, un lexique de mots clés et un autre de périodiques. Lorsque la rubrique en saisie peut faire appel à un lexique, le bouton "look up" s'active et il suffit de cliquer ce bouton pour ouvrir le lexique. Le fait de taper la première lettre d'un mot ou d'un auteur positionne le lexique sur cette lettre. L'utilisation des lexiques est ici bien plus ergonomique que celle proposée par Pro-Cite.
La saisie des mots clés se fait de façon traditionnelle au clavier mais aussi de manière quasi automatique et originale puisque, après la saisie du titre (et celle des notes), Reference Manager scanne les mots du titre (et des notes) et les introduit automatiquement dans la rubrique mots clés si ces mots existent déjà dans le lexique de mots clés. Si l'on veut ajouter un mot du titre (ou des notes) dans la rubrique mots clés quand celui-ci n'existe pas encore dans le lexique, il suffit de faire précéder ce mot par l'arobase (@). L'arobase est bien sûr supprimé au moment de l'enregistrement de la fiche.
Le contenu de toutes les rubriques peut faire l'objet d'un enrichissement typographique (gras, italique, exposant, indice, lettres grecques).
L'enregistrement de la fiche est obtenu en cliquant le bouton "save & exit".

EndNote Plus

EndNote possède 15 masques de saisie, 14 préétablis et un totalement libre, chaque masque pouvant contenir jusqu'à 27 rubriques ce qui est proche de ce qui a été décrit pour Pro-Cite. Mais, à la différence de ce dernier, chaque masque préétabli peut être totalement recomposé en supprimant ou en ajoutant des rubriques, l'intitulé des rubriques déjà bien plus clair que celui de Pro-Cite est modifiable à volonté ce qui permet notamment de franciser les formats de saisie. Les masques de saisie qui ne sont jamais utilisés peuvent être masqués, ce qui allège la présentation, et leur nom également modifiés et donc francisables et tout ceci avec une facilité déconcertante. Manifestement, EndNote a d'abord été pensé pour le Macintosh et n'est pas une adaptation d'un programme existant sur PC.
A l'inverse de Reference Manager et comme dans Pro-Cite, la saisie d'une fiche présente toutes les rubriques dans un même écran muni d'un ascenseur vertical *(figure 4)*. Les auteurs sont entrés comme dans Reference Manager, ligne par ligne, le nom de l'auteur étant séparé par une virgule des initiales prénoms. Les auteurs seront saisis toujours de la même façon et de préférence en minuscules mais EndNote possède à ce niveau une grave lacune puisqu'il sera impossible, lors de l'établissement de la bibliographie, de passer le noms d'auteurs en majuscule ou *vice versa*.

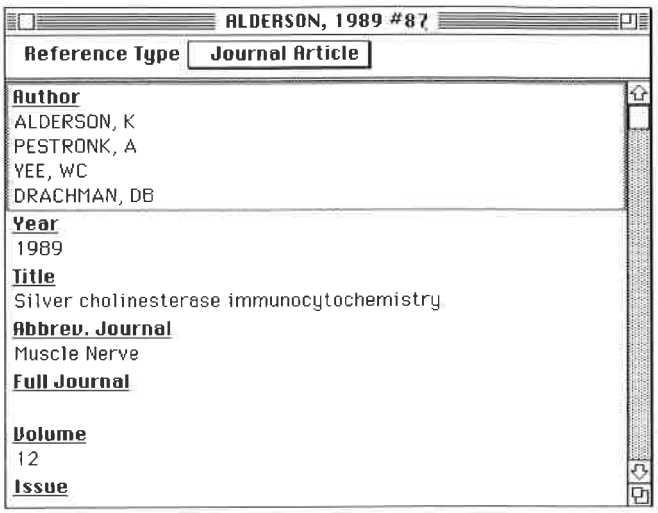


***Figure 4** - Masque de saisie des articles de périodiques de EndNote Plus.*

Les mots clés sont saisis sur une seule ligne, séparés par une ponctuation quelconque. Aucune facilité de saisie n'est proposée.
EndNote ne possède qu'un lexique, celui des périodiques qui peut être appelé à partir de la barre de menu et pas d'un simple clic. Seul le nom complet du périodique est proposé à la saisie.
Le contenu de toutes les rubriques, à l'exception de la rubrique auteurs peut faire l'objet d'un enrichissement typographique (gras, italique, exposant, indice, lettres grecques). Les auteurs sont formatés au moment de l'établissement de la bibliographie.
L'enregistrement de la fiche est obtenu automatiquement en cliquant dans la case de fermeture de la fenêtre de saisie. Cette façon de faire nous semble peu commode, aucun moyen n'étant proposé pour annuler une modification.

BiblioDoc

Le masque unique de saisie de BiblioDoc comprend 7 rubriques dont 4 sont obligatoires (auteurs, titre, référence et mots clés). Le nom des auteurs peut être entré en minuscules ou en majuscules mais il est indispensable que la première lettre du champ auteurs soit en majuscules. Les différents auteurs sont saisis sur la même ligne. Après la saisie du titre, BiblioDoc vérifie l'existence de doublons. Le passage dans la rubrique référence déclenche l'ouverture du lexique de périodiques dans lequel il suffit de choisir le nom du périodique s'il existe déjà. La saisie de la référence doit se terminer par l'année. La rubrique suivante mots clés n'est pas saisissable mais possède un lexique associé qui s'ouvre automatiquement. Il est obligatoire de saisir au moins un mot clé même si le mot clé voulu n'est pas encore dans la liste. Cette contrainte est très gênante d'autant plus que le lexique n'est pas modifiable en ligne. Un résumé est proposé dans le champ suivant puis viennent 2 autres rubriques appelées par défaut autre1 et autre 2 mais dont l'intitulé peut être modifié. Autre 1 possède un lexique associé notamment pour saisir le type de fiche (article, livre, etc.) alors que autre 2 est préférentiellement destinée à stocker des chiffres.

MultiPubli

Le masque de saisie d'une fiche quel que soit son type comporte 2 écrans successifs. Le premier est commun aux 6 formats préétablis (article, livre, thèse, colloque, brevet et rapport), le second contient les rubriques spécifiques au format. La saisie commence par l'indication du type de format que l'on est amené à choisir dans une liste qui s'ouvre automatiquement dès la présentation du masque de saisie *(figure 5)*, puis l'utilisateur remplit la rubrique photocopie (pour imprimer ultérieurement les demandes), code classement (pour indiquer le lieu de stockage de la publication), auteurs, mots clés et langage libre. Ces 3 dernières rubriques permettent de saisir un nombre illimité d'items. Auteurs et mots clés font appel au lexique correspondant pour éviter la frappe au clavier répétitive. Tout nouvel item déclenche l'apparition d'un message signalant son absence du lexique et la nécessité de le compléter. Un bouton permet le passage à l'écran suivant qui contient les rubriques spécifiques au format. Enfin, un 3e écran indépendant permet de saisir les formules chimiques et les numéros d'immatriculation des composés chimiques. La saisie de nombreuses rubriques est facilitée par la présence de listes d'items modifiables qui s'ouvrent automatiquement lorsque le curseur pénètre dans la rubrique à renseigner.

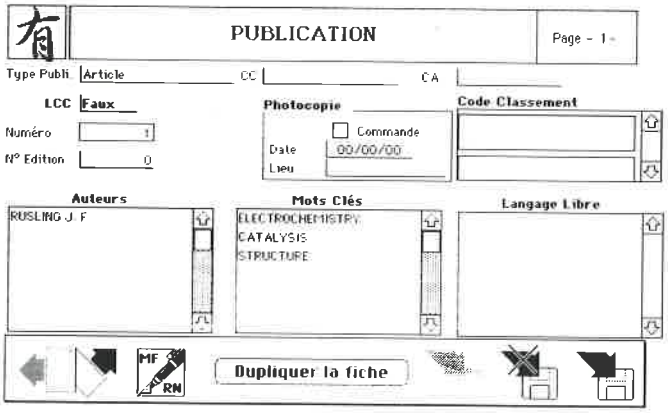


Figure 5 - Premier écran de saisie des articles de périodique de Multipubli.

BiblioMac

La saisie au clavier d'une fiche dans BiblioMac passe par la sélection du masque de saisie approprié *(figure 6)*. Huit masques de saisie non modifiables sont programmés (article de périodique, article de livre, livre, congrès, communication, thèse, rapport et brevet). Le nombre des rubriques varie en fonction du masque mais 5 rubriques sont laissées libres et leur intitulé peut être modifié pour s'adapter à tout utilisateur.

Les auteurs sont entrés ligne par ligne comme dans la plupart des programmes présentés par contre, par souci de simplification, pas de virgule après le nom, ni de points entre les initiales prénom. La saisie de certaines rubriques est facilitée par l'appel de dictionnaires par simple clic de souris. Trois lexiques sont disponibles : auteurs, périodiques et mots clés. Les mots clés peuvent être saisis au clavier, à l'aide du lexique ou encore en sélectionnant à la souris un ou plusieurs mots du titre ou du résumé. En ce qui concerne le titre, le passage à la

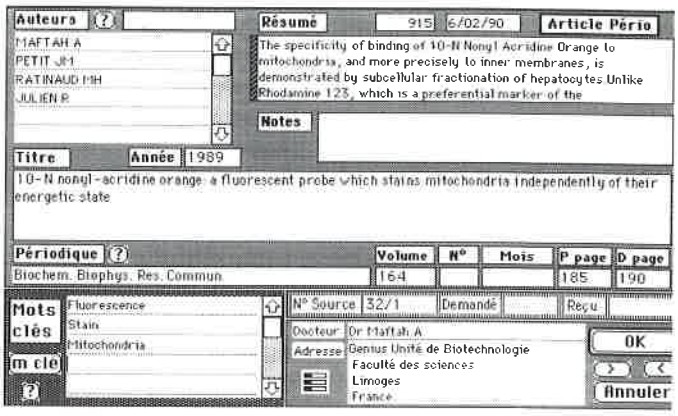


Figure 6 - Masque de saisie des articles de périodique de BiblioMac.

rubrique suivante génère automatiquement les mots clés si certains mots du titre font déjà partie du lexique de mots clés.

En saisie, le contenu des rubriques ne peut faire l'objet d'un enrichissement typographique (lettre grecque, exposant, indice, etc.), sauf la rubrique titre qui accepte gras, italique et souligné.

L'enregistrement de la fiche est obtenu en cliquant le bouton "OK". Ceci permet d'annuler une modification involontaire.

Mode de fonctionnement des lexiques

Pro-Cite

Les lexiques de Pro-Cite sont créés soit en préparant la liste des items dans un traitement de texte et en important ce fichier dans Pro-Cite, soit en entrant un à un les items dans le lexique, soit de manière automatique en demandant à Pro-Cite de balayer la base et de construire le lexique à partir des termes trouvés. Ces lexiques ne sont pas automatiquement enrichis par les nouveaux termes introduits lors de la saisie. Par contre, ils peuvent être enrichis de manière semi-automatique en sélectionnant l'item dans n'importe quelle rubrique et en demandant à le copier dans un lexique particulier.

Le lexique de périodiques appelle une remarque particulière. En effet, pour obtenir, lors de l'établissement de la bibliographie, la transformation des noms complets de périodique en nom abrégé, il convient d'appliquer un format spécifique aux items du lexique pour obtenir la substitution. Chaque entrée doit avoir la forme suivante : nom complet du périodique{nom abrégé}. Exemple : *Journal of Cell Biology* {J. Cell Biol.}. Ces entrées ne peuvent être réalisées que manuellement. D'autre part, pour que la substitution fonctionne correctement, il est nécessaire, lors de la saisie de la fiche, de formater le nom du périodique en l'entourant par les signes « et ». Cette manière de traiter les périodiques dans Pro-Cite est particulièrement lourde et, pour le moins, peu intuitive.

Reference Manager

Les lexiques de Reference Manager ne peuvent pas être créés à partir d'un traitement de texte comme dans Pro-Cite mais, par contre, ils s'enrichissent automatiquement à partir des informations nouvelles entrées dans une fiche. Au moment de la saisie, les mots clés et les auteurs inconnus dans la base sont pré-

cédés d'un astérisque pour signaler à l'utilisateur qu'ils n'existent pas encore, soit par ce qu'ils sont réellement nouveaux, soit par erreur de frappe. A l'enregistrement de la fiche, les lexiques sont complétés. Le dictionnaire de périodiques apporte le même confort mis à part que la saisie de tout nouveau périodique propose à l'utilisateur de compléter lui-même le lexique. La raison en est simple, c'est que ce lexique est plus complexe que les 2 précédents. En effet, il est proposé à l'utilisateur d'entrer le nom complet du périodique, son nom abrégé le plus courant mais aussi 2 autres formes possibles d'abréviations qui pourront être prises en compte lors de l'établissement de la bibliographie.

EndNote Plus

Nous l'avons déjà souligné, EndNote ne possède qu'un lexique de périodiques dont le fonctionnement est tout à fait similaire à celui de Reference Manager puisqu'il autorise la saisie du nom complet du périodique et de 3 types d'abréviations, par contre, il ne peut pas être créé à partir d'un traitement de texte.

BiblioDoc

Les 3 lexiques de BiblioDoc (périodiques, mots clés et genre) fonctionnent sensiblement de la même façon. L'établissement et la modification de ces lexiques nécessitent de revenir à la fiche pivot afin d'accéder aux outils. Chaque lexique est formé de 2 ou 4 colonnes de texte destinées à contenir les informations qui sont saisies comme dans un traitement de texte. Ces lexiques étant dépourvus de fonction de tri, il convient de saisir les items dans un ordre cohérent. Ces lexiques sont pourvus d'un bouton (sauf le lexique de mots clés) qui permet de désactiver leur ouverture automatique en cours de saisie de fiche. Un second bouton ("rappel") disponible dans les 3 lexiques permet de recopier dans la fiche suivante l'item choisi dans un lexique.

Ces lexiques ne s'enrichissent pas à partir des informations nouvelles entrées dans une fiche.

MultiPubli

Les lexiques de MultiPubli, qui sont des fichiers liés, sont accessibles en cours de saisie de fiches mais aussi directement à partir de l'écran d'accueil pour permettre de les compléter plus aisément. Si le lexique de mots clés est classique avec un mot par ligne, il n'en va pas de même des lexiques auteurs et périodiques. En effet, ceux-ci proposent des rubriques que l'on rencontre généralement dans les logiciels documentaires mais pas dans les logiciels bibliographiques. Par exemple, le lexique d'auteurs permet de saisir outre le nom de la personne, ses coordonnées complètes (prénom, équipe, organisme). De même, le lexique de périodiques propose de saisir des informations concernant l'éditeur, le prix, le numéro ISSN, etc.

MultiPubli possède également un lexique organismes permettant de saisir les coordonnées de laboratoires, les adresses des correspondants, etc.

BiblioMac

Les lexiques de BiblioMac sont accessibles en cours de saisie. Les lexiques de périodiques et de mots clés peuvent être préparés dans un traitement, puis importés dans le programme. Le lexique des auteurs doit être plutôt considéré comme une aide à la saisie des noms les plus fréquemment rencontrés (personnes faisant partie du laboratoire par exemple), plutôt qu'un index de tous les auteurs de la base. En effet, ce lexique est bâti de toutes pièces par l'utilisateur. Celui des périodiques est constitué du nom complet et du nom abrégé du périodique. Ce lexique peut se compléter tant en saisie manuelle qu'en saisie automatique (à partir des banques de données). Au cours des saisies, lorsqu'un nouveau périodique est rencontré, le programme suggère de compléter le lexique. En ce qui concerne le lexique de mots clés, celui-ci est automatiquement complété tant en saisie manuelle qu'en saisie automatique lorsqu'un nouveau mot clé est rencontré. L'originalité de ce lexique tient dans la définition possible de relations de synonymie (simple ou double) ce qui optimise et facilite la recherche ultérieure de fiches. Le lexique de mots clés peut être complètement reconstruit à partir d'une sélection de fiches ou à partir de l'ensemble de la base.

Possibilités d'import automatique

Pro-Cite

L'import d'un fichier Current Contents se fait aisément à condition bien sûr d'avoir choisi le format Pro-Cite lors de l'exportation des références à partir du Current Contents et en prenant la précaution de décocher la case "use record number" dans les options d'import de Pro-Cite. Les formats articles de livre et articles de périodiques fournis par Current Contents sont alors correctement repris. Le nom des périodiques est fourni en entier. Si ces périodiques n'existent pas encore dans le lexique de Pro-Cite, il convient de sélectionner chaque nouveau périodique et de demander sa copie dans le lexique. Chaque nouvel item entré est positionné en fin de lexique. Pour obtenir le tri alphabétique du lexique, il faut alors ouvrir le lexique et demander le tri alphabétique. Ouf !

Les interrogations en ligne de serveurs peuvent être reprises automatiquement à l'aide d'un module supplémentaire à acheter séparément : Biblio-Links. Les serveurs américains BRS, Dialog et Medlars sont ainsi reconnus. N'utilisant pas ce module, nous n'avons pas pu apprécié ses performances, néanmoins il ne semble pas possible de reprendre les informations provenant d'un CD-ROM (la version de Pro-Cite pour PC le permet de manière limitée), ni celles provenant de serveurs européens comme Télésystèmes-Questel.

Par contre, Pro-Cite est tout à fait capable de reprendre des fichiers texte qui ont été préparés à cet effet, c'est-à-dire en délimitant chaque rubrique par un code (tabulation, virgule entourée de guillemets, etc.). Il faut ensuite dans les options d'import de Pro-Cite indiquer les rubriques à reprendre, le séparateur de rubrique et l'indicateur de fin de fiches.

Pro-Cite permet aussi d'échanger très simplement des fiches entre bases créées avec ce programme par l'intermédiaire d'un fichier Ascii et la fonction export/import.

Les fonctions d'import ne contrôlent pas la présence de doublons. Ceux-ci devront être éliminés *a posteriori* par la fonction prévue cet effet.

Reference Manager
Reference Manager est fourni avec un certain nombre de modules permettant de reprendre les banques de données les plus courantes, Current Contents, serveurs en lignes comme Dialog, NLM, les CD-ROM Cambridge et Silver Platter. Au moment de l'import, il est possible de déterminer certaines options comme reprendre les mots clés, le résumé ou scanner le titre et le résumé pour introduire automatiquement les mots clés. L'importation peut se faire soit en continu, soit avec arrêt à chaque fiche importée et possibilité d'édition de cette fiche. Les doublons sont éliminés si l'utilisateur a coché cette option. De toute façon, les doublons peuvent toujours être éliminés *a posteriori*.

EndNote Plus
L'importation des données du Current Contents se fait par l'intermédiaire du format EndNote fourni par le Current. Pour cela, il faut d'abord sélectionner le fichier à importer, puis le format d'import ReferBIX pour que tout se déroule correctement. Aucune option d'import n'est proposée, toutes les rubriques sont reprises. Contrairement à Pro-Cite et à Reference Manager, à l'issue du processus, les fiches importées sont présentées à l'écran. Bien que EndNote reconnaisse aussi le format Pro-Cite, il est déconseillé de l'utiliser, les importations de fichiers Current Contents ne sont pas tout à fait corrects ; l'année, entre autres, manque pour les articles de livre et le nom complet du périodique est placé dans la rubrique nom abrégé pour les articles de périodique.
Les interrogations en ligne de serveurs ainsi que certains CD-ROM (Silver Platter, notamment) peuvent être reprises comme pour Pro-Cite à l'aide d'un module supplémentaire à acheter séparément : EndLink. Nous n'avons pas eu l'opportunité de pouvoir tester ce module mais il est fort probable que le format de fichier des serveurs européens comme Télésystèmes-Questel ne soit pas reconnu.

BiblioDoc
BiblioDoc autorise l'import de fichiers au format Medline (format NLM Medline du Current Contents ou Medline de Télésystèmes Questel). Les fichiers sans format sont aussi acceptés à condition d'avoir été préparés dans un traitement de texte pour être compris par BiblioDoc. Au cours de l'import les rubriques auteurs, titre et référence sont extraites. Sur option, un résumé et des mots clés peuvent aussi être repris. Le processus d'import se distingue de tous ceux que nous avons analysés par le fait que la rubrique mots clés est obligatoire et qu'elle n'accepte que les mots connus de son lexique. L'import s'interrompt à chaque fiche et oblige l'utilisateur à entrer au moins un mot clé à partir du lexique. Ce dernier n'étant pas modifiable en saisie de fiche, cette contrainte est particulièrement mal venue.

MultiPubli
MultiPubli importe, en standard, les fichiers issus du Current Contents. D'autres banques de données peuvent être ajoutées sur demande.

BiblioMac
Les modules d'import de BiblioMac sont nombreux. Ils permettent de récupérer les informations provenant du Current Contents Macintosh et PC (respectivement au format tab delimited et comma delimited), des profils personnalisés proposés par l'Inserm et l'Inist, des serveurs Télésystèmes-Questel (Medline, Pascal, Francis) et Dialog (Medline, Pascal, Biosis, Excerpta Medica, CAB, Chemical Abstract), du Minitel (Medline), de CD-ROM (Medline, Pascal, CancerLine, Excerpta Medica) et de Subidex. Cette liste est celle proposée par défaut, mais d'autres banques de données peuvent être ajoutées sur simple demande.
BiblioMac est le seul à posséder un module télématique intégré émulant un Minitel ou un terminal. Cette fonction permet de se connecter à un serveur, de télédécharger des références bibliographiques qui seront automatiquement intégrées à la base grâce au modules d'import.
Au cours de l'import, les doublons sont éliminés. Résumé et mots clés anglais ou français, quand ils existent, peuvent être repris. Le lexique de périodiques est enrichi sous contrôle de l'utilisateur si celui-ci le désire, celui des mots clés l'est automatiquement. De plus, chaque fiche est complétée sans intervention par les mots clés trouvés dans le titre. A l'issue de l'import, les fiches nouvellement créées sont présentées à l'écran.
BiblioMac est interfacé avec Pro-Cite et EndNote, c'est-à-dire qu'il récupère les fiches de ces 2 programmes mais aussi qu'il permet de transférer des fiches vers ces 2 programmes.

Demandes de tirés à part et de photocopies

MultiPubli
Si au cours de la saisie de fiche, l'utilisateur a coché le bouton adéquat, il suffira ensuite de cliquer sur un bouton pour générer, au format étiquette, l'impression des références à commander. Ce format ne correspond pas à une normalisation des demandes de photocopies destinées à un organisme spécialisé. Sa présentation est compactée pour l'envoi d'une liste de références à commander par télécopie au fournisseur.

BiblioMac
BiblioMac est le seul à proposer un module de demandes de tirés à part et de photocopies au format normalisé. Les demandes de tirés à part aux auteurs peuvent être faites à l'issue de l'import du Current Contents puisque l'adresse de l'auteur est reprise intégralement dans la fiche. Ces demandes sont totalement personnalisables et bilingues si l'utilisateur le désire. Les demandes de photocopies peuvent être envoyées aux bibliothèques universitaires (format normalisé), au centre de documentation de l'Inserm (format agréé par le directeur du centre), à l'Inist (il suffit de placer les demandes émanant de l'Inist dans le bac de l'imprimante).

Impression

Pro-Cite
L'impression des références dans Pro-Cite passe obligatoirement par la définition d'un style à appliquer sur ces références. Il n'est pas possible d'imprimer simplement ce que l'on voit à

l'écran. Cette remarque est valable pour Reference Manager, EndNote, BiblioDoc et Multipubli.

MultiPubli

MultiPubli propose, pour l'impression des références, 2 types de sorties, l'une dite d'édition préprogrammée et l'autre d'états semi-automatiques. L'édition préprogrammée permet, soit d'établir une liste des publications concernant une année précise ou concernant un auteur précis pour l'édition du rapport de laboratoire, soit d'éditer des fiches qui auront été préalablement sélectionnées par le module de recherche dans 2 formats au choix : bibliographique long ou bibliographique court (sans le titre de la référence), mais aucune intervention n'est possible de la part de l'utilisateur. Les états semi-automatiques font appel au module standard de 4e Dimension qui permet de placer certaines rubriques (pas les rubriques spéciales comme celles des auteurs ou des mots clés) à éditer dans un ordre souhaité par l'utilisateur.

BiblioMac

BiblioMac propose d'imprimer rapidement les références telles qu'elles apparaissent à l'écran (donc dans leur format complet) et, éventuellement, d'y ajouter le contenu de certaines rubriques (résumé, mots clés, tiré à part demandé et reçu, numéro de la fiche, etc.), chaque rubrique pouvant être imprimée avec son style typographique.

Recherche de fiches

Pro-Cite

La section recherche de Pro-Cite est assez performante. Elle permet de faire :

- une recherche en texte intégral en tapant l'item à rechercher (troncatures gauche et droite sont acceptées). La recherche est opérée séquentiellement sur toutes les rubriques des fiches . La recherche porte sur les fiches sélectionnées. Il faut sélectionner toutes les fiches si l'on veut que la recherche porte sur l'ensemble de la base ce que l'on a fâcheusement tendance à oublier.
- une recherche sur une rubrique particulière, mais toujours de manière séquentielle. Il est parfaitement possible de faire porter la recherche sur le type de format pour retrouver par exemple tous les articles de livre, etc.
- une recherche indexée beaucoup plus rapide sur les rubriques qui ont été préalablement déclarées par l'utilisateur comme indexables.

Les opérateurs booléens *et, ou, sauf* sont disponibles pour lier les différents termes d'une recherche. Les lexiques d'auteurs, de périodiques et de mots clés sont toujours disponibles pour aider à l'établissement de la formule de recherche. Cependant, la mise en œuvre de cette option est assez lourde puisqu'elle passe systématiquement par la procédure standard d'ouverture et de choix de fichiers du Macintosh. Lorsque la formule de recherche est établie, un clic sur le bouton OK déclenche la recherche. Les fiches trouvées ne sont pas présentées à l'écran mais simplement sélectionnées (repérables au bouton "selected" qui est coché), les autres sont automatiquement désélectionnées. Pour visualiser les fiches trouvées, il faut donc cliquer sur le bouton "nextsel" autant de fois que de fiches sélectionnées. Cette méthode peu pratique est inhérente au mode de visualisation de Pro-Cite. Lors de la consultation des fiches trouvées, il est toujours possible d'éliminer une référence de la sélection en décochant le bouton "selected".

La stratégie de recherche est enregistrable pour une utilisation ultérieure. De même, la sélection de fiches trouvées peut être stockée pour être rappelée par la suite. Une recherche peut même être limitée à la sélection de fiches préalablement stockée.

Pour effectuer des recherches successives, il est nécessaire de rappeler la fenêtre de recherche autant de fois que nécessaire, d'effacer la formule de recherche précédente et de visualiser à chaque fois le résultat. Autrement dit, Pro-Cite ne permet pas de conserver un historique d'une succession de recherche.

Remarque : il n'est pas possible de faire une recherche sur le nom du premier auteur de l'article.

Reference Manager

Le module de recherche de Reference Manager *(figure 7)* est constitué de 9 lignes (maximum) dans lesquelles les critères sont entrés (la troncature à droite est permise). Chaque ligne est obligatoirement liée à la suivante par un opérateur booléen *ou, et, sauf* que l'on choisit dans un pop up menu.

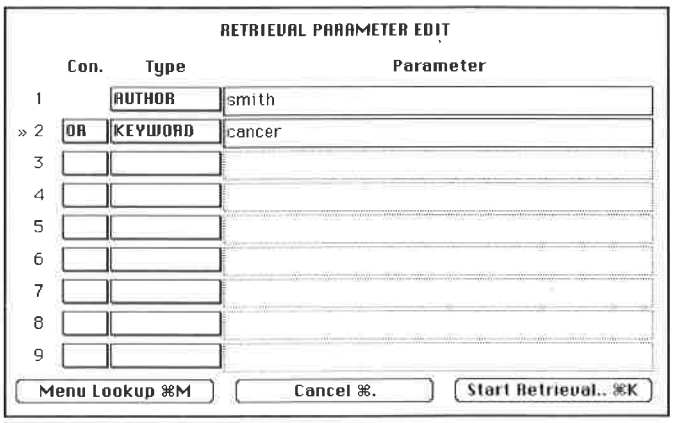


***Figure 7** - Module de recherche de Reference Manager.*

Les recherches portent sur les rubriques auteurs, mots clés, périodique, année, éditeurs, titre et/ou notes et numéro de fiche elles aussi choisies dans un pop up menu. Les 3 lexiques de Reference Manager sont disponibles en ligne d'un simple clic de souris pour entrer un critère de recherche. Cette méthode est bien plus conviviale que celle de Pro-Cite et respecte tout à fait la philosophie du Macintosh. La recherche est indexée sauf sur les rubriques titre et notes. Dans ces rubriques de type texte, Reference Manager balaie séquentiellement la base à la recherche de la chaîne de caractères entrée. Lorsqu'un seul paramètre de recherche est saisi, la sélection de fiches trouvées est présentée à l'écran ; par contre, quand plusieurs paramètres sont entrés, un écran intermédiaire affiche le nombre de références trouvées. Il suffit de cliquer sur la ligne voulue pour afficher les fiches trouvées. Une recherche peut ne concerner que les fiches préalablement sélectionnées. Une sélection de fiches peut être aussi être utilisée comme paramètre de recherche de sorte qu'il devient possible de cumuler des recherches succes-

sives. Toutes les fiches trouvées ou seulement celles sélectionnées à l'écran peuvent être stockés sur disque. Cette méthode de recherche conduit à une sélection très fine des références bien que, comme dans Pro-Cite, il ne soit pas possible d'opérer une recherche sur le premier auteur d'un article. Cette lacune augmente inévitablement le bruit et il est bien souvent nécessaire d'opérer des sous-sélections à l'écran pour arriver au résultat désiré. Précisons que la stratégie de recherche ne pas être enregistrée.

EndNote Plus

La recherche de fiches se fait en entrant le critère de recherche dans une zone saisissable puis en sélectionnant dans un pop up menu la rubrique sur laquelle doit porter cette recherche *(figure 8)*. Par défaut, EndNote propose d'effectuer une recherche sur toutes les rubriques et en combinant jusqu'à 3 critères de recherche par les opérateurs booléens *ou, et, sauf*. Si 3 critères ne suffisent pas, il est toujours possible d'en ajouter à volonté d'un simple clic. Il n'est nul besoin d'utiliser une troncature, EndNote la propose par défaut. Si l'on souhaite rechercher le mot exactement entré et non pas la chaîne de caractères, une case à cocher est prévue à cet effet. De même, EndNote propose de tenir compte des lettre minuscules et majuscules. Bien que la recherche soit effectuée séquentiellement, le temps nécessaire pour retrouver les fiches est très faible, même sur une base comportant plusieurs centaines de fiches. Sur les grosses bases, EndNote propose d'accélérer le processus de recherche en indexant soit le champ mots clés, soit tous les champs. Il est évident que cette indexation qui prend un temps relativement long (plusieurs minutes) et qui augmente la place occupée par la base sur le disque dur, contribue à diminuer sensiblement les temps de recherche.

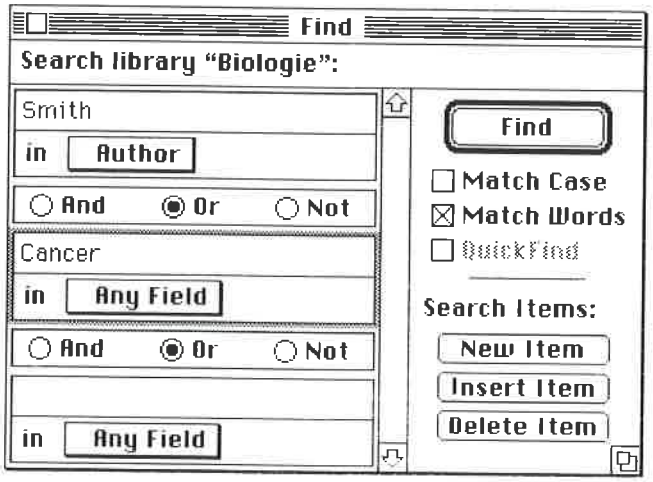


Figure 8 - Module de recherche de EndNote Plus.

Des recherches successives nécessitent d'effacer les critères précédents autrement dit l'historique d'une recherche ne peut pas être conservé. De même, il est impossible de limiter une recherche à une sélection de fiches ou de stocker une stratégie de recherche.

Les fiches trouvées sont présentées à l'écran. Ces fiches ne peuvent pas être stockées de façon simple, il faut en effet, pour cela, créer une base vide de fiches et effectuer un copier-coller entre les 2 bases pour contourner ce problème. La même solution doit être utilisée si l'on veut effectuer une sous-sélection de fiches à l'écran pour éliminer le bruit inévitable (les fiches indésirables) lors de toute interrogation de base de données.

Notons, une fois de plus, qu'il est impossible de rechercher des fiches sur le nom du premier auteur.

BiblioDoc

Les recherches peuvent porter sur l'une des 7 rubriques disponibles dans BiblioDoc, mais aussi sur la date de saisie ou encore sur l'ensemble des rubriques. La formule de recherche est établie, soit en sélectionnant les éléments de la formule à la souris, soit en tapant au clavier la formule de recherche en respectant la syntaxe de BiblioDoc. La recherche concerne, soit une chaîne de caractères, soit le mot strictement entré. Les opérateurs booléens *ou, et* sont disponibles. La recherche est effectuée sur l'ensemble de la base ou sur une sélection préalable. Les fiches trouvées remplacent ou se cumulent avec la sélection préexistante. Un bouton permet de faire défiler les fiches retrouvées. La sélection de fiches peut être stockée dans un dossier dont le contenu est préservé d'une session à l'autre.

MultiPubli

Deux formules de recherche sont proposées, l'une préprogrammée permet d'interroger sur le nom d'un auteur, sur un mot clé ou sur le type de classement de la publication, l'autre fait appel au module de recherche standard de 4e Dimension qui permet d'établir des formules de recherche sur toutes les rubriques de la base avec utilisation des opérateurs booléens *ou, et, sauf*. Ce module propose d'enregistrer la stratégie de recherche. Par contre, l'historique de la recherche n'est pas conservée et les fiches trouvées ne peuvent être stockées.

Une fois les fiches trouvées et montrées à l'écran, il n'est plus possible de réafficher toutes les références à moins de passer par l'écran d'accueil. La sélection de fiches directement à l'écran n'est pas proposée.

Notons toujours qu'il est impossible de faire une recherche portant uniquement sur le nom du premier signataire d'un article.

BiblioMac

Le module recherche de BiblioMac permet d'effectuer tous types de recherche et conserve intégralement l'historique des recherches tant que l'utilisateur n'a pas quitté le logiciel *(figure 9)*. Les recherches s'effectuent ligne par ligne à la manière de l'interrogation d'un serveur de banques de données. Toutes les rubriques sont interrogeables et les opérateurs booléens *ou, et, sauf* servent à lier des lignes de requête. Une recherche concerne soit l'ensemble de la base, soit une sélection de fiches. La recherche sur mots clés peut faire appel au dictionnaire et peut prendre en compte ou non la synonymie. BiblioMac est le seul à proposer une recherche sur le premier auteur d'un article.

Une stratégie de recherche peut être stockée pour être rappelée ultérieurement. De même, les fiches, trouvées au cours d'une session de recherche peuvent être stockées sur le disque pour une utilisation ultérieure. Le bruit généré par toute recherche est supprimé par des sous-sélections de fiches directement à l'écran par un simple clic de la souris.

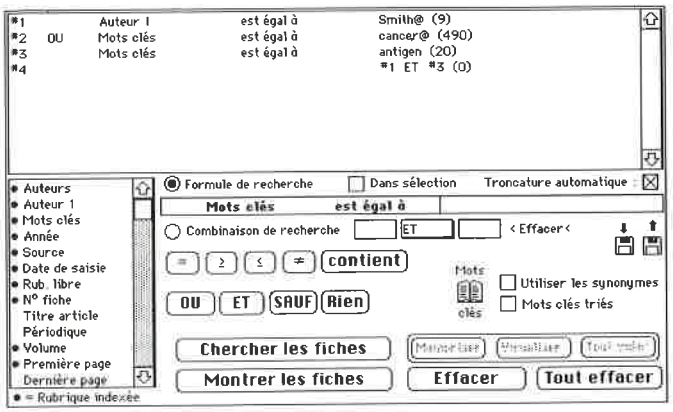


Figure 9 - Module de recherche de BiblioMac.

Tri

Pro-Cite

Par défaut, les fiches de Pro-Cite sont présentées par ordre alphabétique des auteurs, mais il est bien sûr possible de définir un ordre de tri différent. Pro-Cite autorise un tri alphabétique multicritère du fichier. L'utilisateur précise la rubrique à trier en priorité, puis jusqu'à 5 autres niveaux de tri pour affiner celui-ci. Ce raffinement dans les possibilités doit cependant être tempéré par le fait que le tri sera toujours ascendant pour toutes les rubriques désignées. Pas question donc de présenter les fiches par ordre alphabétique des auteurs et, pour un même auteur, un tri sur un ordre descendant de l'année de publication. Pas question non plus de présenter les fiches dans un ordre défini par l'utilisateur (tri manuel), par exemple par ordre d'apparition des références dans un texte. Pour cela, il faut obligatoirement passer par le scannage d'un texte (voir ci-dessous).

Reference Manager

Par défaut, les fiches sont présentées par ordre de création. Pour opérer un tri, il est nécessaire, d'abord, de sélectionner des fiches par un ou plusieurs critères de recherches. Le tri porte sur l'une ou l'autre des rubriques suivantes : l'année (ordre ascendant ou descendant), les auteurs, le nom du périodique ou le numéro de la fiche. Il est impossible trier sur plusieurs critères.

EndNote Plus

Le module de tri de EndNote permet de trier sur toutes les rubriques, sur 5 niveaux de profondeur, chaque rubrique pouvant être triée par ordre ascendant ou descendant. Le tri porte bien sûr sur la sélection de fiches.

BiblioDoc

Les fiches de BiblioDoc étant toujours présentées par ordre alphabétique des auteurs, le tri ne s'impose que lorsque les fiches sont destinées à l'établissement de la bibliographie. Dans ce cas, avant l'export vers un traitement de texte, un tri peut être opéré par simple critère (année ou auteurs) ou double critère, auteurs puis année. Le tri est toujours ascendant.

MultiPubli

Le tri fait appel au module de tri standard de 4e Dimension. Les principales rubriques peuvent faire l'objet d'un tri à l'exception de certaines rubriques particulières dont fait partie la rubrique auteurs. Ceci peut être gênant pour certains besoins d'édition.

BiblioMac

Le tri proposé par BiblioMac est effectué sur les principales rubriques et possède jusqu'à 3 niveaux de profondeur. Chaque niveau peut être trié soit dans le sens ascendant soit dans le sens descendant. Un tri peut porter sur le premier auteur des fiches, ce qui permet de générer très facilement une bibliographie. De même, un tri sur le premier auteur, suivi d'un tri sur l'année puis sur le genre de la fiche (article de livre, livre, etc.) ou l'inverse, conduit à l'établissement du rapport d'activité du laboratoire.

Établissement des styles

Les logiciels de bibliographie existent notamment pour faciliter le formatage des références destinées à un périodique particulier. Chaque éditeur de périodiques ayant ses propres caractéristiques stylistiques pour la présentation de la bibliographie, il est donc nécessaire de définir, pour chacun des périodiques dans lesquels nous destinons nos articles, un style propre. L'établissement de ces styles est certainement la partie la plus ingrate des logiciels bibliographiques compte tenu de l'immense variété de styles existants. Pour cela, il faut se munir des instructions aux auteurs de l'éditeur du périodique et indiquer au logiciel les formats à appliquer. Ce travail est plus ou moins aisé selon le logiciel bibliographique. De toute façon, pour un périodique donné, il faudra indiquer le formatage à appliquer au moins aux articles de périodique, aux articles de livre, aux livres voire aux thèses.

Pro-Cite

L'établissement d'un style consiste à définir pour une revue donnée, le format à appliquer aux divers types d'articles (livre, article livre, etc.). Il faut choisir, dans la liste des 45 rubriques, celles qui doivent figurer dans le style dans un ordre précis. Les ponctuations qui précèdent et qui suivent une rubrique sont à entrer au clavier. De même, il faut indiquer par des codes que telle ou telle rubrique devra apparaître en gras, en italique ou encore en souligné. Lorsque la succession des rubriques est précisée, il faut encore formater les auteurs, c'est à dire les laisser en minuscules ou les passer en majuscules, placer un virgule entre le nom et le prénom, etc. Toutes les options proposées par Pro-Cite permettent de préparer le style à appliquer aux références sans trop de difficulté. Une seule remarque à propos des auteurs : s'ils ont été saisis par mégarde en majuscules, il n'est plus possible de les repasser en minuscules.

Reference Manager

Les styles ne peuvent s'appliquer qu'aux articles de périodique, aux livres et aux chapitres de livre. La méthode retenue par Reference Manager est essentiellement basée sur l'utilisa-

tion de la souris, un minimum d'information est à entrer au clavier. Pour un article de périodique, par exemple, il conviendra de définir, dans un premier écran, l'ordre des rubriques (auteurs, année, titre, etc.) et la ponctuation, puis, dans un second écran, le formatage des auteurs *(figure 10)*, dans un troisième écran, le format du nom du périodique, du volume et des pages et, enfin, dans un quatrième écran, le format du titre de l'article. La définition d'un style contient aussi le format à appliquer aux citations d'un texte (voir plus loin, lien avec un traitement de texte). La méthode utilisée est très intuitive et laisse peu de place aux erreurs. Un mode de prévisualisation permet de contrôler le style en cours de création. Pour encore faciliter les choses, Reference Manager propose à l'utilisateur de se baser sur un style existant pour créer son nouveau style.

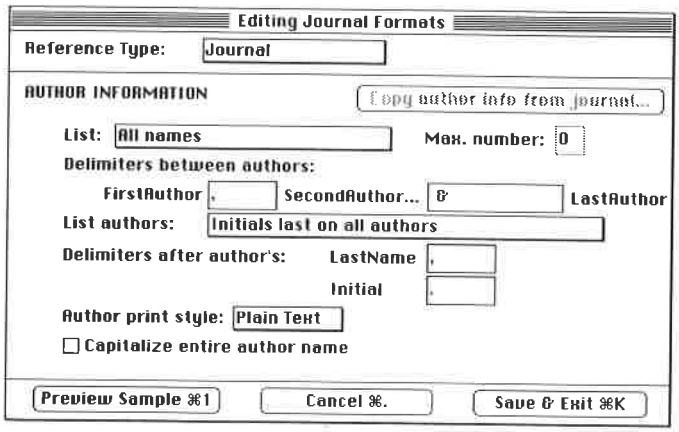


Figure 10 - Formatage des auteurs dans Reference Manager.

EndNote Plus

La définition des styles de EndNote *(figure 11)* est très semblable à celle décrite pour Reference Manager. Certains formats à appliquer ne sont pourtant pas toujours intuitifs et il est parfois nécessaire, contrairement à Reference Manager, de se plonger dans le manuel. Rappelons une lacune importante de EndNote à ce propos, l'impossibilité de changer la casse (minuscule ou majuscule) des noms d'auteurs.

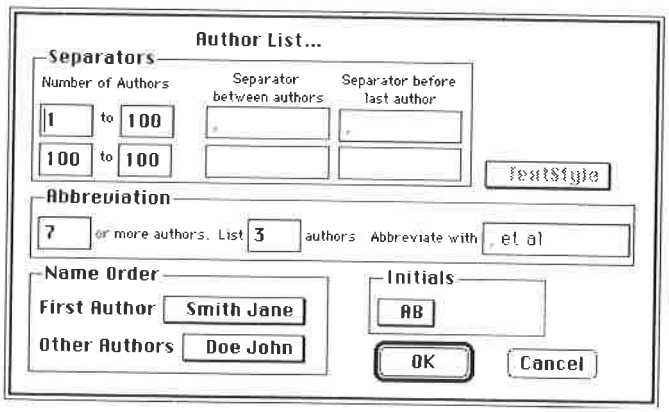


Figure 11 - Formatage des auteurs dans EndNote Plus.

BiblioDoc

La définition des styles dans BiblioDoc est assez fruste. En cliquant sur quelques boutons, l'utilisateur pourra fixer l'ordre de certaines rubriques, mettre l'année entre parenthèses, choisir quelques ponctuations etc., mais cette approche ne permet pas de répondre aux exigences des revues scientifiques. Pas question de formater les auteurs, d'ajouter du texte entre les rubriques (vol. ou éd., par exemple), d'obtenir des enrichissements typographiques. Les styles établis ne sont pas enregistrables.

MultiPubli

Ce logiciel ne propose pas la création de styles. Le seul format proposé doit être repris dans un traitement de texte et enrichi manuellement.

BiblioMac

La définition des styles s'appliquent aux 8 formats reconnus par BiblioMac (article de périodique, article de livre, livre, congrès, communication, thèse, rapport et brevet). Pour chaque format, il convient d'indiquer l'ordre des rubriques, la ponctuation et/ou les termes (vol., p., etc.) entourant chaque rubrique et le style typographique à appliquer sur telle ou telle rubrique et/ou ponctuation. Un style peut aussi indiquer à BiblioMac de générer un index des auteurs et/ou des mots clés ce qui permet de retrouver dans un livre les auteurs (ou/et les mots clés) cités dans telle ou telle référence. La définition de ces styles permet de répondre aux exigences de revues scientifiques. Son utilisation est facilitée par les regroupement de toutes les informations à saisir dans un seul format *(figure 12)* de telle sorte qu'il n'est pas nécessaire de dérouler de nombreux menus pour créer un nouveau style comme c'est le cas dans les autres logiciels. De plus, un minimum d'effort est requis dans la mesure où pratiquement toutes les informations sont saisies par un clic de souris sur des boutons préprogrammés, seule la ponctuation séparant les rubriques est à entrer au clavier.

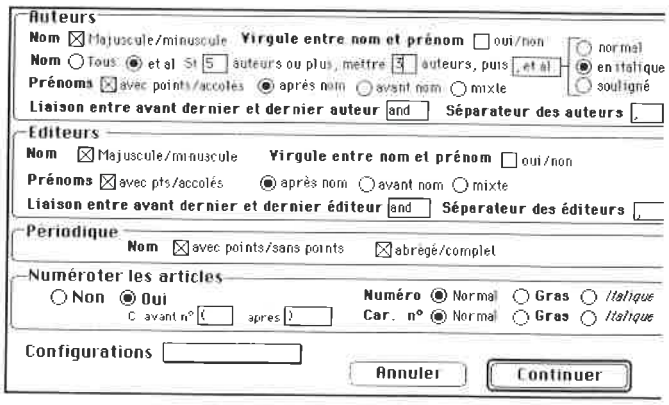


Figure 12 - Formatage des auteurs dans BiblioMac.

Précisons que BiblioMac est le seul à proposer de passer les noms d'auteurs soit en minuscules, soit en majuscules quelle que soit la manière dont les noms d'auteurs ont été enregistrés dans la base.

Un mode de prévisualisation permet de contrôler le style en cours d'élaboration. Ces styles sont bien sûr enregistrables.

Formatage de la bibliographie

Philosophie mise en œuvre

Dans Pro-Cite, la création d'une bibliographie se fait en appliquant un style aux fiches qui ont été préalablement sélectionnées et triées. La bibliographie formatée est soit présentée à l'écran pour vérifier que le style choisi est correct, soit imprimée, soit encore, et c'est le mode qui sera le plus utilisé, envoyée dans un fichier texte au format MacWrite 5 ou au format Word. Dans ce cas, les enrichissements typographiques sont conservés. La bibliographie peut aussi être enregistrée au format texte seul, auquel cas, les enrichissements typographiques sont perdus. Le fait de pouvoir enregistrer les références au format MacWrite ou Word couvre la très grande majorité des traitements de texte sur Macintosh, la plupart d'entre eux étant capable de lire les 2 formats retenus.

– Dans Reference Manager, la création d'une bibliographie se fait soit à partir d'une sélection de fiches, soit à partir des citations d'un texte (voir ci-dessous).

– Dans EndNote, la bibliographie est créée uniquement à partir du scannage d'un texte contenant des citations.

– Dans BiblioDoc, la bibliographie est créée soit à partir de fiches sélectionnées, soit à partir de fiches stockées dans un dossier.

– MultiPubli ne possède pas cette fonction.

– Dans BiblioMac, la bibliographie peut être générée, soit à partir du scannage d'un texte contenant des citations, soit à partir d'une sélection de fiches. A ce propos, signalons que BiblioMac est le seul à proposer un tri des fiches à l'écran correspondant à l'ordre des références citées dans un texte.

Lien avec un traitement de texte

Pro-Cite

Pro-Cite permet également de "scanner" un texte préparé dans MacWrite ou dans Word à la recherche des citations qui peuvent être simples du type (auteur, année) ou multiples du type (auteur, année ; auteur, année ; etc.). Pro-Cite scrute le texte et extrait de la base les références correspondant aux citations. Ces fiches sont, en fait, sélectionnées et il ne reste plus qu'à formater la bibliographie comme vu précédemment. Par un simple copier-coller, ces références sont ensuite ajoutées à la fin du texte scanné. Au cours du processus de scannage, Pro-Cite peut remplacer les citations par des numéros comme cela est demandé dans certains périodiques. Dans ce cas, une copie du texte original est réalisée avec les citations remplacées par des numéros.

Reference Manager

Reference Manager n'utilise pas la même méthode que Pro-Cite pour retrouver les citations d'auteurs dans un texte. En effet, les citations doivent être dans un format reconnu par Reference Manager (numéro de la fiche entre accolades). Il est donc nécessaire, lors de l'écriture d'un article et au moment où l'on souhaite insérer une citation, d'activer Reference Manager, de sélectionner la ou les fiches devant faire partie de la citation, de copier ces éléments dans le presse-papiers puis de réactiver le traitement de texte et, enfin, de coller les citations. Vous avez compris qu'il est nécessaire de travailler soit en système 7 soit sous Multifinder en système 6. Si vous travaillez en système 6 en Finder simple, Reference Manager propose un utilitaire Splicer qui est un accessoire de bureau à installer dans la pomme et qui permet d'ouvrir en lecture seule une base créée avec Reference Manager. Il devient alors tout à fait possible de réaliser les opérations de copier-coller décrites ci-dessus pour insérer une citation. La méthode d'insertion provisoire de citations repérées par le numéro de fiche utilisée également par EndNote et BiblioMac présente l'avantage, par rapport à celle de Pro-Cite, de lever toute ambiguïté sur la référence puisqu'elle est repérée par son numéro qui est unique dans la base de fiches. L'inclusion du seul numéro de fiche présente cependant le grand désavantage de rendre la relecture du texte particulièrement peu explicite en ce qui concerne les citations. Il ne reste plus qu'à demander au programme de scanner le texte à la recherche des citations provisoires, de remplacer ces citations par les citations définitives (auteur, année ou numéro) et d'écrire la bibliographie formatée avec le style préalablement défini. Le texte original est conservé et Reference Manager génère 2 autres textes, l'un contenant la bibliographie et, l'autre, le texte avec les citations définitives. Reference Manager reconnaît et écrit le format des traitements de texte courants (MacWrite II, Word 3, 4 et 5 et Wordperfect 1 et 2).

EndNote Plus

La méthode utilisée par EndNote est encore ici très semblable à celle que nous avons décrite pour Reference Manager. L'accessoire de bureau permettant d'inclure des citations dans un texte en cours d'écriture est appelé "EndNote Plus DA". Les citations provisoires incluses dans le texte sont pourtant plus explicites que celles de Reference Manager puisque le nom du premier auteur et l'année figurent en sus du numéro de la fiche, ce qui permet une relecture de ce texte beaucoup plus confortable. Une fois le texte écrit, il faut demander à EndNote de l'ouvrir et de procéder au scannage. Les citations rencontrées sont présentées à l'écran. Il ne reste plus qu'à appliquer le style voulu sur les fiches correspondantes pour générer la bibliographie à la fin d'une copie du texte analysé.

Depuis la sortie de Word 5, EndNote Plus est fourni avec un module complémentaire "plug-in module" qu'il faut copier dans le dossier "commandes de Word". A l'ouverture de Word 5, EndNote est alors directement disponible dans le menu "outils" de Word. Sans quitter Word, il est alors possible d'utiliser toutes les fonctions de EndNote.

BiblioMac

BiblioMac possède 2 modules de traitement de la bibliographie. Le premier permet de balayer un texte au format Word ou Works dans lequel des citations simples (auteur, année) ou multiples (auteurs, année ; auteurs, année ; etc.) ont été incluses, normalement entre parenthèses, d'extraire les références de la base et de les formater en respectant les normes exigées par les éditeurs de périodiques. Ces références sont écrites à la fin d'une copie du texte analysé. Le second module plus performant fait appel au traitement de texte inclus dans BiblioMac, traitement de texte complet doté de feuilles de styles, de chercher-remplacer sur les styles, etc. Les formats

reconnus par ce traitement de texte couvrent quasiment tous ceux du monde Macintosh (MacWrite, MacWrite II, Word 3, 4 et 5, WordPerfect, WriteNow, FrameMaker) en plus du format texte seul et RTF de Microsoft. Ce traitement de texte permet d'écrire tous type d'articles mais surtout, comme dans EndNote Plus, la base de fiches est toujours disponible ce qui permet d'insérer à volonté des citations explicites (nom d'auteurs, année, numéro de fiche) dans le texte. Une fois le texte rédigé, le scannage du texte remplace les citations provisoires par les citations définitives (de type auteur, année ou par des numéros) et la bibliographie formatée est écrite à la fin du texte analysé et tout ceci sans jamais quitter le logiciel.

Conclusions

Après cette présentation relativement complète des diverses fonctionnalités des logiciels, quel programme choisir pour gérer la bibliographie d'un chercheur ou d'un laboratoire ? Si l'on s'en tient aux critères que nous avons définis au début de cet article, BiblioDoc et MultiPubli doivent d'emblée être mis à part. En effet, ni l'un, ni l'autre ne permettent de scanner un texte pour en extraire les citations et formater la bibliographie aux normes des éditeurs de périodiques. BiblioDoc développé sur Hypercard hérite des limitations de ce programme, à savoir lenteur et nombre limité de fiches dans une base. MultiPubli, quant à lui, a plutôt pour vocation de traiter les rapports d'activité de laboratoire ou de traiter les documents produits par une équipe. Son objectif principal est la gestion de la production d'un laboratoire plutôt que la gestion bibilographique.

Parmi les quatre autres logiciels, Pro-Cite ne brille ni par son ergonomie, ni par sa facilité d'utilisation. Pour ces raisons, nous ne sommes pas enclin à le recommander d'autant qu'il ne permet pas d'insérer dans un texte en cours de rédaction des références issues de la base, ce que font les trois autres logiciels. Alors, EndNote Plus, Reference Manager ou BiblioMac ?

EndNote Plus est parfois présenté comme *le* logiciel bibliographique (voir *Micro-Bulletin*, **1992**, n° 46). Il est vrai que ce programme présente une interface et une utilisation agréables et très intuitives, pourtant les lacunes que nous avons relevées (absence de lexique d'auteurs et surtout de mots clés, impossibilité d'annuler une saisie, de rechercher les fiches sur le premier auteur, de stocker une stratégie de recherche, de formater les noms d'auteurs en majuscules lorsqu'ils ont été saisis en minuscules et *vice versa*, de stocker facilement une sélection de fiches, de sous-sélectionner des fiches à l'écran pour supprimer le bruit inhérent à toute recherche, obligation d'acheter un module supplémentaire pour importer des banques de données) pourront gêner bon nombre d'utilisateurs.

Reference Manager, sans doute moins connu en France que EndNote, est rempli d'astuces qui le rendent très agréable à utiliser, mis à part son module de saisie manuelle de fiches qui oblige à faire défiler plusieurs écrans et le nombre limité de masques de saisie. Le fait qu'il soit doté, en série, de modules d'import de banques de données minimise son coût d'achat et il nous apparaît comme un logiciel intéressant à plus d'un titre si ce n'est que son origine américaine le handicape sur le marché français par rapport au dernier programme que nous avons analysé, BiblioMac puisque celui-ci est totalement adapté à l'environnement scientifique français.

BiblioMac est doté en série de tous les petits plus que nous avons relevés dans les autres logiciels, mais il possède aussi un certain nombre de caractéristiques qui lui sont uniques : demandes de tirés à part aux auteurs (à partir de l'import du Current Contents), demandes normalisées de photocopies aux organismes spécialisés (bibliothèque universitaire, Inist, Inserm), recherche et tri sur le premier signataire d'un article, historique d'une recherche intégralement conservé au cours d'une session de travail, sous sélection de fiches à l'écran pour limiter le bruit d'une recherche, formatage des auteurs en minuscules ou en majuscules quelle que soit la façon dont les noms d'auteurs ont été saisis, traitement de texte complet intégré, module télématique intégré, reprise des banques de données (Medline, Pascal, Francis, etc.) de serveurs européens (Télésystèmes-Questel, CD-ROM Pascal, etc.). Dans sa version actuelle, BiblioMac permet aussi comme les logiciels américains de modifier le style (gras, italique, souligné) d'un ou plusieurs mots du titre.

RÉFÉRENCES

[1] Pour en savoir plus sur les logiciels documentaires, lire Les logiciels documentaires sur Macintosh, de Dominique Crépy aux éditions ADBS.

[2] Les lecteurs intéressés par d'autres logiciels non analysés ici, faute de place, comme BookEnds, AutoBiblio, etc. peuvent toujours contacter l'auteur pour tout renseignement.

Prix et diffuseurs

Pro-Cite
Pas de diffuseur en France. PBS (PO Box 4250, Ann Arbor, MI 48106, États-Unis). 295 $ et 149 $ pour Biblio-Links.

Reference Manager
Sufraco - RCS (Bobigny, 82, rue de Paris, 93804 Epinay-sur-Seine.Tél. : (1) 42.35.12.05). 3800 F HT.

EndNote Plus
Disponible en France chez Techno-Direct (6, bd Henri Sellier, 92150 Suresnes. Tél. : (1) 40.99.28.99).
EndNote Plus : 1990 F HT et EndLink 1490 F HT. Aux États-Unis, les prix pratiqués sont légèrement inférieurs, EndNote Plus : 264 $, EndLink : 114 $.

BiblioDoc
Société Ersig (20, rue Ninau, 31000 Toulouse : Tél. : 61.53.00.13). 850 F TTC.

MultiPubli
Société Image (55, avenue Louis Bréguet, bât. 7, 31400 Toulouse. Tél. : 61.54.61.00). 2000 F HT pour les laboratoires de recherche + Runtime de 4D : 1300 F HT.

BiblioMac (auteur B. Lassalle)
Université des Sciences et Technologies de Lille, Laboratoire de biologie animale, bât. SN3, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex : Tél. : 20.43.44.27). 1500 F TTC + Runtime de 4D : 1300 F HT.

Caractéristiques des logiciels cités

	Pro-Cite	Reference Mg	EndNote Plus	BiblioDoc	Multipubli	BiblioMac
Programme indépendant	Oui	Oui	Oui	Non (Hypercard)	Non (4D)	Non (4D)
Langue	Anglais	Anglais	Anglais	Français	Français	Français
Nombre maximum de fiches	100 000	32 000	32 000	5 000	Taille disque dur	Taille disque dur
Multi-équipe	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui
Saisie manuelle						
Nombre de formats de saisie	26	6	15	1	6	8
Saisie facilitée des auteurs	Appel lexique	Appel lexique	Non	Non	Appel lexique	Appel lexique
Saisie facilitée des périodiques	Appel lexique	Appel lexique	Appel lexique	Appel lexique	Appel lexique	Appel lexique
Saisie facilitée des mots clés	Appel lexique	Appel lexique + scannage mots titre et des notes	Non	Appel lexique	Appel lexique	Appel lexique + scannage mots du titre + sélection souris mots du titre et du résumé
Nom des rubriques modifiable	Oui (45)	Non	Oui (27)	Oui (2)	Non	Oui (5)
Visualisation des fiches en liste	Oui	Oui	Oui	Partielle	Oui	Oui
Lexiques						
Lexique des auteurs	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Oui
Lexique des périodiques	Nom complet + 1 nom abrégé	Nom complet + 3 noms abrégés	Nom complet + 3 noms abrégés	Nom complet ou abrégé	Nom complet + 1 nom abrégé	Nom complet + 1 nom abrégé
Lexique des mots-clés	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Oui
Enrichissement lexique mots clés	Manuel	Automatique	Non	Manuel	Semi-automatique	Automatique
Gestion des synonymes mots clés	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
Hiérarchisation des mots clés	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Enrichissement lexique périodiques	Manuel	Semi-automatique	Non	Manuel	Semi-automatique	Semi-automatique
Recherche de fiches						
Recherche sur premier auteur	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
Stockage de fiches trouvées	Oui	Oui	Indirectement	Oui	Non	Oui
Demande de tiré à part aux auteurs	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
Demande de photocopies (Inist, Inserm)	Non	Non	Non	Non	Non normalisée	Oui
Tri alphabétique des auteurs	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Oui
Tri manuel des fiches	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
Import de fiches						
Import fichiers Current Content	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Import fichiers texte (Ascii)	Oui	Non	Non	Oui	Non	Oui
Import fichier Medline	Non	Oui	Non	Oui	Non	Oui
Import autres banques de données	Avec BiblioLink	Oui	Avec EndLink	Non	Sur demande	Oui
Echange avec bases de même type	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Bibliographie formatée						
Convertion des fiches en texte	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Respect des normes	Oui	Oui	Oui	Partiel	Non	Oui
Enrichissements typographiques	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Oui
Balayage d'un texte	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Oui

EUROSPORE/EUROREASEARCH

. 4e Forum européen des jeunes chercheurs

. 1er Salon européen des laboratoires de recherche

Toulon
(Palais des Congrès)
3-5 novembre 1993

Université de Toulon et du Var, BP 132, 83957 La Garde Cedex. Tél. : 94.08.33.33. Fax : 94.21.44.97.

Bio Avenir : premier bilan

Lancé en novembre 1991, le programme de recherche Bio Avenir a pour objectif d'accélérer le processus de découverte de faits scientifiques nouveaux dans le domaine des sciences de la vie et de la biochimie, et leur transfert vers des applications industrielles pour répondre efficacement à certains grands enjeux humains, en santé humaine (nouvelles solutions thérapeutiques), en agriculture (contribution à la mise en place d'une agriculture encore plus performante et respectueuse de l'environnement), en biochimie (nouveaux procédés sélectifs sans sous-produits ni déchets).
Ce programme associe les compétences de grands organismes français de recherche fondamentale : CEA, CNRS, INRA, INSERM, Institut Pasteur, et universités, à celles de Rhône-Poulenc, avec le soutien des ministères de la Recherche et de l'Industrie. Bio Avenir doit, sur cinq ans, mobiliser plus de 500 chercheurs, avec un budget de 1,6 milliard de francs dont 1 milliard financé par Rhône-Poulenc.
Fin 1992, plus de 300 millions de francs avaient déjà été engagés. 350 chercheurs travaillent actuellement dans le cadre de ce programme, dont 200 de Rhône-Poulenc, et plus de 80 thésards et postdoc dans les laboratoires publics.
Plus de 100 collaborations externes ont été mises en œuvre, 4 laboratoires mixtes avec le CNRS, l'INRA et le CEA ont été créés ou renforcés.
Sur le plan économique, l'ensemble des retombées potentielles concerne un marché estimé à plus de trois cents milliards de francs. En effet, plus de la moitié des maladies n'ont pas reçu à ce jour de réponse thérapeutique satisfaisante ; par ailleurs, les deux tiers de la population mondiale souffrent de sous-alimentation ; enfin, pour concilier la production de biens pour la vie quotidienne avec la protection de l'environnement, il sera de plus en plus nécessaire de concevoir des produits et procédés sans résidus ni déchets.
Les recherches industrielles dans les sciences de la vie étaient traditionnellement organisées autour de la collecte ou la synthèse de milliers de molécules et de leur tri au moyen de cribles plus ou moins appropriés. De cette élimination empirique massive, on tirait une sélection de produits présentant un compromis acceptable entre les effets recherchés et les effets secondaires.
Les avancées de la biologie moléculaire et le développement de techniques d'investigation plus performantes permettent une exploration et une utilisation des mécanismes du vivant plus rationnelles. Il devient possible d'envisager la mise au point de produits pharmaceutiques, ou agrochimiques, capables d'agir avec précision sur une cible moléculaire donnée et de provoquer un effet biologique spécifique, sans effets secondaires pour l'homme ou l'environnement.

Moins de dix-huit mois après le démarrage du programme Bio Avenir, les premiers résultats examinés par les comités scientifiques mixtes (Rhône-Poulenc/organismes de recherche/personnalités scientifiques) sont très positifs. Ils ont déjà donné lieu à 50 communications scientifiques et ont permis le dépôt de 25 brevets.

(Source : Rhône-Poulenc)

Quelques interventions

(recueillies lors de la conférence de presse du 26 mai 1993)

Une approche rationnelle des cibles biochimiques

Objectif du projet du programme Bio Avenir : découvrir et mettre au point des fongicides et des herbicides innovants, en utilisant une approche rationnelle contrairement à la démarche empirique employée jusqu'ici, qui consiste à tester des milliers de molécules pour trouver des molécules actives potentielles possédant des propriétés intéressantes.
Cette approche rationnelle doit permettre de découvrir de nouveaux fongicides et de nouveaux herbicides plus efficaces (à moindre dose, avec une sélectivité plus grande et un spectre d'action plus large) et plus sûrs pour l'environnment que les produits existants. Le CNRS et Rhône-Poulenc ont initié ces travaux en 1986, en créant un laboratoire mixte basé à Lyon.
Le programme Bio Avenir leur a permis de renforcer très sensiblement cette équipe et d'associer à leurs recherches des scientifiques de l'INRA et de diverses universités.
Une telle approche rationnelle a d'abord nécessité l'approfondissement de la connaissance non seulement en physiologie végétale mais aussi des champignons

responsables de maladies et de l'interaction entre ces champignons et les plantes. Ce travail a permis d'identifier de nouvelles cibles spécifiques pour des herbicides et des fongicides qui ouvrent aujourd'hui la voie à la conception rationnelle d'inhibiteurs, et demain à celle de fongicides et d'herbicides plus sûrs et plus efficaces à moindre coût.
Les herbicides agissent sur des voies de biosynthèse qui produisent les composés essentiels à la plante tels que les acides aminés (éléments constitutifs des protéines), les acides gras (nécessaires à la synthèse des membranes cellulaires) et les vitamines. Les fongicides, eux, s'attaquent soit au champignon lui-même en bloquant son métabolisme ou en déstabilisant ses mécanismes d'infection de la plante, soit en stimulant les défenses naturelles de la plante contre l'attaque du champignon.
Les chercheurs du programme Bio Avenir ont déjà identifié plusieurs enzymes cibles essentielles à la croissance des mauvaises herbes et des champignons ; ils ont également mis au point des méthodes pour mesurer leur activité in vitro. Ils utilisent pour cela un arsenal de techniques, allant de la biologie moléculaire à la cristallographie, pour découvrir les secrets biologiques de ces enzymes cibles.
Ces recherches portent déjà leurs fruits : plusieurs substances qui inhibent l'activité de ces enzymes ou bloquent la croissance des mauvaises herbes et des champignons ont déjà été découvertes. Ces fongicides et herbicides potentiels sont actuellement en cours d'évaluation pour déterminer leur sélectivité, leur sécurité vis-à-vis de l'homme et de l'environnement.
Parmi les nouvelles cibles pour fongicides figurent des enzymes qui permettent au champignon d'infecter la plante, ainsi que des signaux chimiques produits par le champignon qui sont reconnus par la plante. Ces résultats et la compréhension approfondie des mécanismes de défense de la plante rendent désormais possible le criblage de molécules chimiques pour trouver de nouveaux produits qui stimulent les défenses des plantes contre les attaques de champignons.
Cette approche rationnelle ouvre de nouvelles perspectives pour concevoir les herbicides et les fongicides de demain qui pourront être employés avec parcimonie car plus efficaces que les produits existants et qui auront un impact considérablement réduit sur l'environnement.

Stella Axiotis
Responsables des recherches fongicides secteur Agro, Rhône-Poulenc

La physico-chimie des milieux complexes

Conduire des recherches fondamentales sur les phénomènes d'interfaces, tel est l'objectif du laboratoire mixtes CEA/Rhône crée en 1990. Le but : débloquer les verrous scientifiques pour des applications dans les domaines du médicament, de l'agriculture et de bien d'autres applications industrielles.
Les phénomènes d'interactions entre les surfaces conditionnent en effet la dispersion de composants solides dans les milieux liquides. Mieux comprendre ces phénomènes d'interactions va permettre, notamment dans le cadre du programme Bio Avenir, de mettre au point des systèmes de transport ciblé d'un médicament dans l'organisme, d'un fongicide ou d'un insecticide dans une plante.
Le problème que pose le transport ciblé d'un produit phytosanitaire, à l'endroit où il est nécessaire dans la plante, est identique à celui du transport d'un médicament dans l'organisme. Dans les deux cas, les matières actives sont généralement des molécules de grande taille, insolubles dans l'eau et qui de plus ont tendance à s'agréger. Cependant, pour être actives, ces molécules doivent être transportées à travers un milieu liquide (le sang, le suc gastrique, l'eau du sol, la sève des plantes) sans être captées à un mauvais endroit et sans perdre leur activité.
Jusqu'ici, on contournait la difficulté, dans les médicaments comme dans les produits phytosanitaire, en utilisant des doses suffisamment importantes pour être sûr qu'au moins une certaine quantité de matière active atteigne sa cible.
Sachant qu'un médicament mieux dosé réduit le risque d'effet secondaire, cette approche est aujourd'hui de plus en plus remise en question. Le souci de sécurité d'emploi et de protection de l'environnement, tout comme la nécessité de baisser les coûts agricoles conduisent également à réduire les quantités de produits phytosanitaires employées. De même, on cherche à réduire l'emploi de solvants dans les produits chimiques, notamment dans les peintures.
Le laboratoire mixte a trouvé un moyen d'améliorer le transport de matières actives en les "emballant" dans de très petites particules, des nanoparticules, c'est- à-dire des structures d'une taille de 10 à 100 nanomètres. Or, à cette échelle, les phénomènes d'interactions entre les surfaces deviennent extrêmement importants, car ces particules nanométriques peuvent avoir une surface totalisant 100 m^2 au gramme. Des véhicules naturels tels que les micelles, liposomes ou cyclodextrines, peuvent être utilisées ; mais ils ont des limites en raison de leur variabilité et de la très faible quantité de matière active qu'ils peuvent contenir.
L'objectif majeur du laboratoire mixte est aujourd'hui de fabriquer des produits déshydratés redispersables, c'est-à-dire des produits chimiques sous forme de poudre très fine pouvant être réhydratés immédiatement avant l'emploi. La formulation du Taxotere, nouveau médicament anticancéreux développé par Rhône-Poulenc Rorer, constitue l'une des premières retombées de ce programme de recherches.
Maîtrisant désormais la technologie de formulation de nanoparticules, l'objectif essentiel des chercheurs du Laboratoire mixte est de parvenir à stabiliser et à conserver ces nanoparticules en l'état. Ces travaux constituent le programme des trois ans à venir.

Bernard Cabane
Directeur de recherches au CNRS, responsable du Laboratoire mixte CEA/Rhône-Poulenc (CEN Saclay Aubervilliers)

Une démarche originale

La distinction entre la recherche cognitive et la recherche finalisée est traditionnelle et reste, dans ses principes, valable. Appliquée au domaine des sciences, la première se fixe pour but l'élucidation des lois de la nature, alors que la seconde a une finalité socio-économique bien déterminée. Cependant, il existe en réalité un continuum entre l'accumulation des connaissances et leur utilisation dans un projet finalisé, sans qu'il soit souvent aisé d'établir une frontière nette entre les deux types de démarche scientifique. De plus, ce chemin allant de la découverte à l'invention est aujourd'hui parcouru de plus en plus rapidement, parfois sans discontinuité. De ce fait, rares sont les scientifiques du secteur académique qui n'espèrent pas que les mécanismes qu'ils ont contribué à élucider pourront avoir une signification importante pour l'homme et la société. En contrepartie, les chercheurs du secteur industriel savent évidemment que leurs travaux, et ultérieurement le développement d'un projet, se nourrissent au départ des connaissances accumulées dont l'acquisition n'avait souvent, à l'origine, aucune finalité particulière.

L'originalité du programme Bio Avenir dans le domaine des sciences de la vie procède de sa lucidité : puisqu'il existe, en effet, deux ordres de motivation à l'activité des chercheurs de ce domaine, mais pas de discontinuité fondamentale entre leurs approches, l'amélioration des connexions longitudinales entre des équipes souvent géographiquement et culturellement éloignées doit être de nature à stimuler l'efficacité de l'une et l'autre de ces démarches. Les objectifs scientifiques, de santé publique et industriels du groupe Rhône-Poulenc ont, par conséquent, été discutés et précisés, dans le but particulier d'identifier des secteurs dont l'insuffisance de développement risquait de constituer des goulots d'étranglement à la progression des recherches et au développement industriel. Dans le même temps, l'inventaire a été fait de tout ce qu'un groupe comme Rhône-Poulenc, avec son expérience et sa technicité, pouvait apporter à différents domaines de recherche. Ces projets et ce bilan ayant été évalués et jugés positivement par des experts nommés par les ministères concernés, il s'est ensuite agi de les metttre en concordance avec la recherche publique. Cela signifie qu'a été recherchée la complémentarité naturelle entre, d'une part, les directions de recherche que s'étaient assignées des laboratoires académiques, d'autre part, les résultats obtenus et les objectifs de Rhône-Poulenc. Là aussi réside l'originalité de l'opération : il ne s'est pas agi cette fois d'attirer vers la recherche industrielle de brillants chercheurs ou de brillantes équipes, mais de privilégier la résonance naturelles entre les objectifs des uns et des autres, permettant ainsi de créer les meilleures conditions de fluidité et de continuité entre les recherches cognitive et finalisée.

Optimalisation intelligente de l'utilisation des potentiels existants de la recherche académique et industrielle, identification conjointe de priorités en terme de développement, le programme Bio Avenir est aussi un catalyseur très efficace de l'activité de laboratoires de recherche publique. Cela n'est pas dû simplement à la stimulation réciproque que crée la rencontre de technicités complémentaires et de cultures différentes, mais aussi, plus profondément, à la profonde interdépendance des phénomènes biologiques. Pour qu'une réponse puisse être apportée, encore faut-il que la question ait été posée. Or, la recherche finalisée engendre une quantité considérable d'observations qui peuvent nourrir une recherche cognitive de qualité. La biodisponibilité insuffisante d'un médicament potentiel pose la problème général de la fonction des membranes biologiques et des transports cellulaires. La découverte des oncogènes a conduit à la synthèse de produits destinés à les inhiber. Les effets, attendus et inattendus, de ceux-ci constituent une mine considérable de nouvelles orientations de recherche pour comprendre, notamment, la transmission des signaux entre les cellules et au sein de chacune d'entre elles. Le mécanisme d'action et les effets secondaires de médicaments hypocholestérolémiants donnent des indications irremplaçables sur le fonctionnement des gènes intervenant dans la synthèse ou la captation du cholestérol...

Ainsi peut-on espérer que, non seulement ce programme Bio Avenir permettra d'aboutir à la découverte de médicaments et produits nouveaux, mais aussi qu'il pourra préfigurer un nouveau type de relation naturelle entre la recherche académique et industrielle, facteur du développement concerté et harmonieux de l'une et de l'autre.

Axel Kahn
Professeur, Institut Cochin de Génétique Moléculaire, unité de recherche en génétique et pathologie moléculaire de l'Inserm

Vient de paraître

La sécurité en laboratoire de chimie et de biochimie
par André Picot, Philippe Grenouillet
préface de Sir Derek Barton
Technique et Documentation - Lavoisier (Paris)
448 p., 1992

EN BREF

NOUVEAUX MEMBRES CORRESPONDANTS À L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Ont été élus comme membres correspondant de l'Académie des sciences :

En chimie :
- Jean-Marie Basset (directeur de recherche au CNRS, sous-directeur de l'Institut de Recherche sur la Catalyse, professeur à l'ESCIL),
- Pierre Braunstein (directeur de recherche au CNRS, Strasbourg),
- Jean-Michel Savéant (professeur à l'université Paris VII).

En chimie organique et biologie :
- Andrée Marquet (professeur à l'université P. et M. Curie, Paris).

En toxicologie chimique :
- Daniel Mansuy (directeur de recherche au CNRS, Paris V).

COMMISSION DE TERMINOLOGIE DE LA CHIMIE

Sur proposition du délégué général à la Langue Française, une Commission ministérielle de terminologie de la chimie a été instituée par arrêté du ministre de l'Industrie, en date du 15 décembre 1992.

Cette Commission a pour mission :
- d'établir et de tenir à jour, pour le secteur de la chimie, un inventaire des lacunes du vocabulaire français ;
- de recueillir, de proposer et de réviser les termes et néologismes pour désigner des réalités nouvelles ou pour remplacer des termes empruntés à d'autres langues ;
- de proposer toutes mesures propres dans son domaine à favoriser l'action du Conseil supérieur de la Langue Française et de la Délégation Générale à la Langue Française.

En vue de présenter des propositions acceptées par l'ensemble de la communauté francophone, cette Commission rassemble, outre les représentants des organismes intéressés (Délégation Générale à la Langue Française, ministères de l'Industrie, de l'Éducation nationale et de la Recherche), des collègues belges, canadiens, français et suisses.

A côté des problèmes de terminologie (voir : *L'Actualité Chimique* de mai-juin 1992), la Commission a entrepris l'adaptation française de diverses règles de nomenclature ou documents IUPAC, parus ou à paraître : Guide de nomenclature des composés organiques, Glossaire des noms de classes des composés organiques et intermédiaires réactionnels basés sur leur structure.

Actuellement le président en est J. Rigaudy, professeur émérite à l'université P. et M. Curie, et le secrétaire, R. Panico, professeur honoraire à l'ESPCI.
Secrétariat : Laboratoire de recherches organiques, ESPCI, 10, rue Vauquelin, 75231 Paris Cedex 05. Tél. : (1) 40.79.44.15 ou 40.79.46.58.

LE CNRS CHANGE D'ADRESSE

Début août 1993, le CNRS a regroupé sur un site unique - le campus Michel-Ange - ses équipes de direction et celles de ses instituts jusqu'alors éclatées entre sept implantations différentes dans Paris.

La nouvelle adresse est la suivante :
CNRS, 3, rue Michel-Ange, 75794 Paris Cedex 16. Tél. : (1) 44.96.40.00. Fax : (1) 44.96.50.00.

CNRS, enseignement supérieur, industrie, INRA, INSERM

École Interactions chimie-biologie
La Londe-les-Maures (Var)
juin 1994

Thème : xénobiotiques et résistance en biologie.
Objectif : cette école a pour but d'aider les chercheurs, ingénieurs, techniciens et enseignants à se familiariser avec les langages et les recherches sur les différents types de résistance rencontrés chez les êtres vivants.

Renseignements scientifiques : François Frappier. Tél. : (1) 40.79.31.43. Renseignements pratiques : Monique Severac. Tél. : (1) 69.82.31.04. Inscriptions et dossiers de candidatures : François Frappier, Muséum National d'Histoire Naturelle, 61, rue Buffon, 75231 Paris Cedex 07.

Fiche logiciel n° 2 bis*

MAD

Auteurs et/ou diffuseurs : Oxford Molecular SA

RESSOURCES

MAD est opérationnel sur les stations Unix suivantes :
- Silicon Graphics tous modèles
- Hewlett-Packard 9000 série 700
- IBM RISC/6000 (avec bibliothèque Phigs et run-time Fortran)

Pour toutes ces stations de travail, une carte graphique 24 bits/Z-buffer est recommandée

RÉALISATION

Auteurs :

Dr R. Lahana (Centre de Recherche Pierre Fabre et Oxford Molecular), Prof. G. Grassy (Centre de Biologie Structurale de Montpellier), Dr J.M. Lefour (École polytechnique - Palaiseau), Prof. J.L. Rivail (Laboratoire de chimie théorique - université de Nancy), Dr R. Lavery (Laboratoire de biochimie théorique, IBPC - Paris), Dr K. Woods (Oxford Molecular - Oxford), Dr B. Bigot (ENS - Lyon), Dr P. Sautet (CNRS - Lyon)

Langage utilisé : Fortran et Phigs

Volume des instructions : supérieur à 200000 lignes

Org. ayant participé au financement : CNRS, IBM, CRPF, OML

Date de la dernière version : juillet 1993

Etat du logiciel : progiciel

Version de démonstration : version bridée

Dév. prévus : interfaces avec divers produits-niche d'Oxford Molecular

DIFFUSION

Oxford Molecular SA - Tél. : (1) 69.33.35.90

Nature de la diffusion : commerciale

Support de diffusion : cartouche 150 MB ou DAT 4 mm

Format : binaire

Suivi du produit : assistance, maintenance et formation assurées. Télémaintenance possible par réseau. Une version majeure par an + une version intermédiaire par trimestre. Collaborations envisageables

Conditions financières : les prix sont fonction de la machine. Conditions spéciales pour les sites académiques (universités, CNRS, INSERM, écoles, etc.)

Obligations de l'acquéreur : licence d'utilisation

Particularités techniques de l'installation : installation assurée par la société ou par l'utilisateur. La bande contient un utilitaire d'installation automatique

Références d'installation : - France : Servier, Fabre, IBESIS, etc., plusieurs dizaines d'universités - Etranger : ENI, Rotta Pharma, Dow Lepetit, Himont, IQS, plusieurs dizaines d'universités...

Nombre d'installations : supérieur à 100

DOCUMENTATION

Manuel d'utilisation, plaquette de présentation, jeux de tests

ADRESSES

Oxford Molecular SA - X-Pole, École Polytechnique, 91128 Palaiseau Cedex. Tél. : (1) 69.33.35.90. Fax : (1) 69.33.30.41.

Oxford Molecular Ltd - The Magdalen Centre, Oxford Science Park, Sandford on Thames, Oxford OX4 4GA, UK. Tél. : +44 865.784.600. Fax : +44 865.784.601.

Oxford Molecular GmbH - Am Sportplatz 8, D-6108 Weiterstadt, Allemagne. Tél. : +49 6150.52.654. Fax : +49 6150.52.654.

Oxford Molecular Inc - 744 San Antonio Road, Suite 27, Palo Alto, CA 94 303, USA. Tél. : +1 415.494.6274. Fax : +1 415.494.7140.

Fiche logiciel n° 2 bis - *suite*

MOTS CLÉS

Modélisation moléculaire
Cristallographie
Mécanique moléculaire
Propriétés physico-chimiques
Analyse conformationnelle

MAD

DÉFINITION

Développé à partir de collaborations impliquant des laboratoires privés et universitaires, MAD est un programme modulaire de modélisation moléculaire. Le module de base permet la construction et la manipulation de molécules (petites molécules, macromolécules, ADN, mailles cristallines), ainsi que des outils permettant la réalisation d'analyses conformationnelles et le calcul de propriétés telles que la lipophilie et les surfaces de potentiels électrostatiques.

DESCRIPTION

Plusieurs types de model-builders permettent la construction ou la modification de toutes sortes de molécules.

Un menu particulièrement développé est consacré aux calculs d'énergie par mécanique moléculaire et à l'analyse conformationnelle. Plusieurs champs de force sont disponibles (MM2, Amber, Cosmic). L'utilisateur peut créer ou ajuster autant de champs de force qu'il le désire. L'équation de l'énergie est elle-même modifiable interactivement. En particulier, trois types de potentiels stériques sont disponibles : Buckingham, Lennard-Jones et Morse. Deux minimiseurs peuvent être mis en œuvre (Newton Raphson Block Diagonal et Fletcher-Reeves), ainsi qu'une grande variété de stratégies d'exploration de l'espace conformationnel (grilles rigides ou minimisées, Monte-Carlo-Métromolis, etc.)

Deux techniques d'évaluation de charges partielles sont proposées : la méthode de Gasteiger et celle d'Abraham (Charge), qui est une combinaison de l'effet inductif (charges sigma) et de calcul Hückel (charges pi)

Diverse cartes de distribution d'une propriété peuvent être générées. Les cartes sont de type isolignes, surfaces d'accessibilité ou grilles. Les propriétés sont le potentiel électrostatique, le potentiel de lipophilie ou toute fonction définie par l'utilisateur

Il est également possible de construire et/ou d'étudier des édifices cristallins grâce à un menu consacré à l'état solide et la catalyse. La maille élémentaire peut être répétée à volonté dans les trois directions h, k, l. Les surfaces sont définissables soit par un jeu d'atomes définissant un plan, soit par une sphère, soit par leurs indices de Miller. Les calculs d'adsorption se font par Extended Hückel ou par un calcul ab initio (Crystal). On peut également afficher le diagramme de poudre correspondant à un cristal, avec n'importe quelle longueur d'onde et plusieurs types de chambres simulées

MAD est interfacé avec ASP (Automated Similarity Package), le logiciel de calcul de similitude moléculaire écrit par le Prof. Graham Richards et son équipe (université d'Oxford), également distribué par Oxford Molecular

De nombreuses fonctions d'analyse graphique sont applicables à tout affichage, en particulier aux protéines. Le menu Movie permet de rejouer un phénomène dynamique quelconque (modes de vibration, dynamique moléculaire, Monte-Carlo, etc.). Enfin, la compatibilité avec un grand nombre de formats de fichiers est fournie (PDB, CSSR, Cambridge, MDL Maccs et Isis, Tripos molfile, PCModel, MM2, Mopac, Gaussian, etc.), ce qui rend facile l'échange des données avec d'autres systèmes

Autres produits complémentaires diffusés par Oxford Molecular :

- COBRA : analyse conformationnelle automatique par intelligence artificielle. Conversation 2D/3D d'une chaîne SMILES
- ASP : similitude moléculaire quantitative
- ANACONDA : comparaisons de propriétés de surfaces par projection gnomonique
- PROQUANTUM : package de mécanique quantique complet, permettant entre autres l'évaluation de la réactivité et des caractéristiques spectroscopiques d'une molécule. Interfaces avec MOPAC V6, EHPROP et CADPAC
- PROEXPLORE : prédiction de structure secondaire, alignements multiples de séquence et homologie
- PROSIMULATE : simulation par dynamique moléculaire de macromolécules ou de petites molécules. Très nombreuses fonctionnalités. Les moteurs interfacés sont GROMOS et AMBER
- TSAR : progiciel de relations structure-activité, incluant un tableur moléculaire, un générateur de descripteurs moléculaires, topologiques et de forme, un ensemble de méthodes statistiques uni- et multivariées et des bases de données de substituants
- IDITIS : base de données relationnelle de structures de protéines
- AMB : modélisation d'anticorps (de la séquence à la structure tridimensionnelle)
- NEMESIS : logiciel de modélisation pour Macintosh et PC/Windows

* Nouvelle version (juillet 1993) de la fiche logiciel n° 2 (*L'Actualité Chimique*, **1993**, 2, 33-34). A noter que la diffusion du logiciel MAD est maintenant confiée à Oxford Molecular SA.

ENVIRONNEMENT

Les textes présentés ci-dessous sont des réponses au dossier sur l'environnement paru dans L'Actualité Chimique de janvier-février 1993. Ils tiendront lieu de courrier des lecteurs pour ce numéro.

Le climat et la couche d'ozone

C'est avec intérêt que j'ai lu en page 37 du numéro de janvier/février de *L'Actualité Chimique* votre appel aux lecteurs concernant un certain nombre de questions présentées comme mal résolues par les recherches menées actuellement dans le domaine de l'évolution du climat et celui de la couche d'ozone stratosphérique.

En tant qu'ancien président du comité scientifique du programme Atmosphère Moyenne (programme d'étude de la stratosphère et de la couche d'ozone, mis en place par le CNES, le CNRS et le ministère de l'Environnement) et actuellement responsable des recherches dans le domaine du climat à Météo-France, j'aimerais apporter ma contribution au débat que vous avez ainsi ouvert dans vos colonnes. Je m'efforcerai donc de répondre point par point aux interrogations de votre "questionneur" en indiquant si besoin est des références précises permettant au lecteur intéressé d'approfondir les questions traitées.

Effet de serre

A. L'analyse des carottes polaires nous apprend effectivement que dans un passé lointain, entre - 20 et - 160 milliers d'années, la température moyenne de la Terre et la concentration du gaz carbonique ont évolué parallèlement. Il ne faut pas directement en déduire, et en particulier aucun des scientifiques qui ont publié ces résultats ([1], chapitre 1) ne l'ont fait, que c'est l'accroissement du gaz carbonique qui fut la cause de l'augmentation de température. Cependant, si l'on fait le rapport entre les variations de température et celles de la concentration de gaz carbonique, on obtient une valeur cohérente avec la sensibilité déduite des modèles prédictifs actuels, entre 1 et 4 °C de réchauffement pour un doublement de la concentration du CO_2 [2].
Les observations du passé sont donc compatibles avec ce que l'on peut prévoir de l'augmentation de l'effet de serre et de son effet sur les températures lorsque le gaz carbonique augmente. Ce n'est donc pas une preuve, mais à l'inverse si des périodes froides avaient été associées à de fortes valeurs du CO_2, alors la théorie de l'augmentation de l'effet de serre dû à l'accroissement de CO_2 serait mise en défaut. C'est ce qui fait tout l'intérêt de ces mesures, et c'est pourquoi les scientifiques développent des programmes importants de carottage afin de couvrir une large plage d'évolution temporelle et de mesurer la concentration des autres gaz pouvant également contribuer à l'effet de serre (ES), CH_4 et N_2O notamment.

B. Il est tout à fait inexact de dire que le problème de l'accroissement de l'ES est traité sans prendre en compte celui de la vapeur d'eau. Bien au contraire, les modèles climatiques que nous utilisons sont sensibles à l'augmentation du gaz carbonique du fait d'une rétroaction positive existant entre la température de l'air et son contenu en vapeur d'eau. Lorsque l'air s'échauffe, l'évaporation à la surface des océans augmente, ainsi que le rapport de mélange de vapeur d'eau en altitude, ce dernier étant régulé principalement par les changement d'état vapeur-eau-glace. Lorsqu'un modèle calcule un réchauffement d'environ 2 °C pour un doublement du gaz carbonique, les 3/4 de cet effet sont dus à l'augmentation de l'humidité qui y est associée. Une des principales incertitudes dans ces processus reste la manière dont la couverture nuageuse évolue, les nuages étant très efficaces pour augmenter l'ES en piégeant le rayonnement IR montant, mais contribuant également à réfléchir vers l'espace le rayonnement reçu à leur sommet. Le bilan radiatif net d'une augmentation de la couverture nuageuse est donc encore mal connu, ces incertitudes se reflètent dans la fourchette de réchauffement obtenue par l'ensemble des modèles théoriques [2].

C. Je n'ai jamais lu dans aucun manuel que s'il n'y avait pas d'atmosphère sur Terre la température serait de - 18 °C (la température de quoi d'ailleurs ?). Par contre, ce que l'on peut lire dans les meilleurs ouvrages [3], c'est que si les processus d'absorption et de ré-émission de l'énergie dans le domaine infrarouge tellurique par les gaz et les nuages (l'effet de serre) n'existaient pas, alors la seule émission vers l'espace de ce rayonnement conduirait à une atmosphère dont la température moyenne globale serait proche de - 18°C. Il ne s'agit donc pas d'enlever à la Terre son atmosphère, mais d'évaluer la contribution de l'ES naturel au bilan radiatif de l'atmosphère.

D et **E.** L'augmentation d'environ 0,5 °C de la température depuis 1860 se base sur l'analyse des températures obtenues dans les principaux postes climatologiques. Cette analyse n'est pas facile car certains processus comme l'encerclement par les villes des postes se trouvant initialement à la campagne doivent être pris en compte. Les publications récentes ([2], chapitre C) montrent que la tendance de 0,5 °C est statistiquement significative. Il ne faut cependant pas en déduire qu'il s'agit là d'une manifestation précoce de l'effet de serre, des fluctuations naturelles de cette amplitude sur cette échelle de temps sont tout à fait possibles. On considère qu'il faudra attendre encore dix à vingt ans avant que le signal éventuel d'un réchauffement sorte du "bruit" des mesures, mais il n'y a pas unanimité sur ce point dans la communauté scientifique.

C et **F.** Il faut d'abord s'entendre sur ce que l'on appelle climat. Pour le météorologiste, le climat ne se réduit pas à l'historique des températures de l'air à la surface (dans les réseaux climatologiques la

mesure est faite à 2 m du sol) mais à l'ensemble des variables qui caractérisent les conditions thermodynamiques de l'air au sol et en altitude (température, vitesse de vent, humidité), ainsi qu'aux bilans hydrique et énergétique à la surface. Les valeurs moyennes et les fluctuations de ces paramètres font partie intégrale de la description du climat.

Dire que localement ce signal est très fluctuant ne permet pas de dire qu'un changement modeste de la valeur moyenne n'aurait aucun impact. Prenons, par exemple, le cas des sécheresses estivales récurrentes observées dans le sud du pays durant ces dernières années. Bien qu'il s'agisse sans doute d'un phénomène purement naturel, ces sécheresses répétées ont eu un impact important sur les productions agricoles et/ou les ressources en eau nécessaires à l'arrosage. Si l'on décale de + 2 °C l'historique des températures sur cette période, la situation aurait été bien plus préoccupante encore. Par contre, il est concevable qu'un tel réchauffement dans certaines régions au climat rude comme la Sibérie n'aurait pas que des effets négatifs.

En fait, il y a lieu de mener de manière globale et régionalisée les études d'impact d'un éventuel changement climatique, plusieurs secteurs sont a priori sensibles, cultures et forêts, transport et énergie, littoral, etc. [4] ; le travail a débuté sous l'égide du Groupe International d'Étude de l'Évolution des Climats (en anglais IPCC), la tâche est de grande ampleur et mobilisera dans les prochaines années de nombreux chercheurs dans les domaines concernés.

Je voudrais pour finir sur ce point faire une liste (partielle) des vraies questions et incertitudes qui demeurent, et auxquelles la communauté scientifique aimerait bien répondre :

- Quel va-t-être l'effet radiatif net des nuages, temporiser ou accroître l'ES?
- L'océan a une grande inertie thermique, quels seront l'amplitude et le délai induits par cet effet tampon dans le réchauffement climatique ?
- Seule la moitié du CO_2 émis dans l'atmosphère y demeure, le reste est absorbé par les eaux froides de l'océan ou fixé par la végétation. Comment le cycle du carbone évoluera-t-il dans le futur, notamment sous l'effet du dégazage consécutif au réchauffement de l'océan ?
- Comment pourrait évoluer la biosphère terrestre et le bilan hydrique ? L'action directe humaine (déforestation-reforestation-mise en culture) sera-t-elle plus ou moins importante que l'évolution de la biosphère induit par un réchauffement global ?

Couche d'ozone

A. Avant de discuter en détail les caractéristiques du transport des CFC dans l'atmosphère, il est bon d'en donner quelques grandeurs caractéristiques.

Dans la troposphère, depuis le sol jusqu'à environ 12-16 km, l'atmosphère est le siège de mouvements turbulents d'échelle variable. Le transport à longue distance d'un polluant inerte va donc dépendre d'abord du transport vertical dans la couche proche de la surface (la "couche limite"), puis du transport horizontal et donc de la circulation générale atmosphérique. Si la couche limite est convective, le brassage vertical d'un polluant s'effectuera en quelques heures, puis il sera entraîné par les vents soufflant préférentiellement vers l'est aux latitudes moyennes, vers l'ouest à l'équateur. Au bout d'une à deux semaines, notre polluant aura fait le tour de la Terre, au bout de plusieurs mois sa concentration se sera uniformisée dans l'hémisphère où il a été émis, au bout d'un an il atteindra l'hémisphère opposé et s'y diluera également en quelque mois. Le temps caractéristique de dilution d'un polluant est donc d'environ 2 ans dans la troposphère.

Passé ce délai, notre polluant aura atteint la limite inférieure de la stratosphère où il y sera injecté relativement lentement. Compte tenu des caractéristiques de la circulation méridienne, cette injection se fera principalement dans les zones d'ascendances équatoriales vers 16 km d'altitude. Ensuite lorsque le polluant diffusera dans la stratosphère aux latitudes moyennes, il sera transporté rapidement par la circulation zonale intense liée à la présence des tourbillons polaires d'hiver et sera brassé dans chaque hémisphère en une saison ou deux.

Le passage des CFC au niveau de la tropopause équatoriale très froide (- 60 à - 70 °C) ne peut pas conduire à leur condensation car leur concentration est bien trop faible, de l'ordre de 0,1-0,2 ppbv, si bien que, dans le diagramme d'état des CFC, le passage vapeur-liquide est interdit, on n'atteint jamais la pression de vapeur saturante [5].

En résumé, et compte tenu de ces différents processus, un polluant émis à la surface des latitudes moyennes de l'hémisphère nord mettra de l'ordre de 4 ans pour être transporté dans la basse stratosphère où sa concentration sera relativement homogène sur l'horizontale. Pour gagner des altitudes supérieures, vers 30-40 km, une dizaine d'années seront nécessaires.

C'est ce que l'on constate lorsqu'on analyse les mesures du CO_2 et du ^{85}Kr (gaz émis par les centrales nucléaires ayant une durée de vie proche de dix ans).

Dans l'atmosphère, en dessous d'une altitude de 80 km environ, les processus de transport verticaux et horizontaux sont donc dus au transport turbulent, et non pas au transport par diffusion moléculaire qui lui est inférieur de plusieurs ordres de grandeur ([6], chapitre 5). Comme le CO_2 et le ^{85}Kr, les CFC, bien que plus lourds que l'oxygène et l'azote de l'air, suivent donc le même circuit et sont donc transportés dans la stratosphère. Là ils y sont photodissociés et libèrent leurs atomes de chlore.

B et **C.** les données d'irradiation UV au niveau du sol sont publiées ([7], chapitre 11), elles montrent en particulier une augmentation significative de 22 % de l'irradiation UVB lorsque la colonne totale d'ozone décroît de 300 à moins de 260 unités Dobson.

D. La vitesse de destruction de l'ozone n'est pas une question de "longueur de chaîne", mais de vitesse de certains cycles catalytiques de destruction. Deux cycles sont particulièrement efficaces dans la stratosphère, le premier l'est vers une altitude de 40 km :

$$Cl + O_3 \rightarrow ClO + O_2$$
$$ClO + O \rightarrow Cl + O_2$$

bilan $$O + O_3 \rightarrow 2\,O_2$$

Mais celui qui détruit actuellement l'ozone polaire met en jeu le dimère Cl_2O_2 de l'oxyde de chlore [8] :

$$ClO + ClO + M \rightarrow Cl_2O_2 + M$$
$$Cl_2O_2 + UV \rightarrow Cl + ClO_2$$
$$ClO_2 + M \rightarrow Cl + O_2 + M$$
$$2(Cl + O_3 \rightarrow ClO + O_2)$$

Bilan : $O + O_3 \rightarrow 2\,O_2$

E. Diverses techniques basées soit sur un dosage *in situ* (avec utilisation des ballons sondes), soit sur la propriété d'absorption des rayonnements UV et IR existent pour mesurer l'ozone atmosphérique. L'instrument Dobson réalise une mesure du rayonnement atmosphérique dans différentes bandes UV, certaines étant absorbées par l'ozone d'autres non, la colonne d'ozone est ensuite déduite de l'absorption relative du rayonnement par application de la loi de Beer-Lambert. Le satellite TOMS travaille de la même façon mais dans une géométrie différente. Dans des conditions de ciel clair hors présence de quantités importantes d'aérosols, la précision de ces mesures est de l'orde de 5 %. La difficulté d'établir une tendance de l'évolution de l'ozone ne tient donc pas à l'imprécision des mesures, mais au caractère très variable de sa concentration, par exemple au dessus d'un point la colonne totale d'ozone peut varier de plus de 100 unités Dobson en moins de 12 heures selon les conditions dynamiques de la basse stratosphère.

L'ensemble des instruments Dobson fonctionnent en réseau et des intercomparaisons fréquentes sont réalisées. Les dernières analyses ([7], chapitre 2) montrent

Dysinformation et grand public

Ce n'est qu'aujourd'hui, au retour d'un séjour à l'étranger, que j'ai eu la satisfaction de lire le numéro 1 (janvier-février 1993) de *L'Actualité Chimique* consacré essentiellement à l'Appel de Heidelberg et au "Sommet" de Rio. Je me permets de vous adresser mes très vives félicitations pour cette très intéressante mise au point : elle était nécessaire, d'autant plus que la "grande presse", comme les médias audio-visuels, comme les revues qui se prétendent scientifiques, après avoir, d'une façon ou d'une autre, minimisé, voire rejeté l'Appel ont, technique éprouvée, adopté l'étouffement par silence interposé.

Bien sûr, une revue pour chimistes professionnels ne peut pas - et ne vise nullement - à toucher un large public. Mais en l'occurrence il s'agit d'un public de premier choix, celui des chimistes (professeurs, étudiants, chercheurs et industriels), et l'impact d'un tel numéro de revue ne peut que se révéler positif, à long terme du moins.

Ce qui n'empêche pas, au contraire, de nous efforcer, chacun d'entre nous et chacun selon ses possibilités, de profiter de ce numéro de *L'Actualité Chimique* pour relancer la très grave polémique désormais en cours. Très grave car fut très grave l'escroquerie intellectuelle, politique et financière (main basse sur des milliards de dollars payés, comme toujours, par les contribuables, les consommateurs et les naïfs) dite « Sommet de Rio » et ses suites.

Car, malgré votre numéro 1 de *L'Actualité Chimique* et malgré quelques périodiques américains, malgré trois ou quatre ouvrages réduits délibérément à la confidentialité, le grand public (celui des consommateurs et celui des électeurs, public qui va de notre concierge à notre Président de la République en passant, hélas, par les ministres de l'Environnement à se succéder depuis 1988) ne connaît, de ces problèmes majeurs que sont la mise hors-la-loi, par des non-compétents s'appuyant sur des scientifiques parfois corrompus, du DDT, des PCB, des CFC, que ce que lui raconte une presse et des médias soit aux ordres, soit achetés, presse qui s'est, depuis trop longtemps, alignée sur les "deep-ecologists", américains d'abord, puis allemands et, pour finir, français.

Les menaces que représentent ces mouvements, et que Luc Ferry analyse de très intelligente façon dans son "Nouvel ordre écologique", ces menaces sont diverses, nombreuses, redoutables.

Les millions de victimes du paludisme depuis la mise hors-la-loi du DDT en 1972 vont être suivis par les millions qui seront balayées par la suppression du Freon. Or, pas plus *Le Monde* que *La Recherche*, pas plus les hebdos qui se prétendent sérieux que France-Culture ni les TV, toutes chaînes confondues, ne laissent passer à ce sujet la moindre information qui ne soit catastrophiste. Le catastrophisme, évidemment, se vend incomparablement mieux qu'une réalité apaisante et les écolos de base, par millions, achèteront toute littérature apocalyptique alors qu'ils ne consacreront pas un sou à la recherche d'une vérité d'autant plus difficile à définir que certains scientifiques et tous les politiciens ignorants donnent aux hypothèses catastrophistes un épais vernis de vérité officielle.

La démarche d'information sérieuse que vous avez entreprise dans *L'Actualité Chimique* est, de ce fait de la dysinformation générale et de sa nocivité extrême, d'importance majeure. C'est un premier pas vers la reconquête des journaux et des médias, sans lesquels il est impossible de faire savoir aux citoyens ce qui est vrai et ce qui ne l'est pas.

Mais il faut franchir le seuil qui sépare les relativement très rares spécialistes de la masse énorme des citoyens et, pour y arriver, il faut que des échos de votre numéro 1 soient rendus publics. Je pense que vous devriez l'obtenir au *Monde*, voire même à *La Recherche* ?

Haroun Tazieff
ancien ministre
président de la commission
Environnement de la région Rhône-Alpes

une très bonne cohérence spatiale et temporelle entre les diminutions d'ozone observées par ce réseau sol et le satellite TOMS.

F. Les volcans ne peuvent avoir d'influence notable dans la stratosphère que lors des éruptions explosives. En effet, en cas d'émissions proche du sol où n'atteignant pas la tropopause, les gaz solubles et les aérosols seront lessivés par les pluies avant d'être injectés dans la stratosphère. C'est le cas, notamment, de l'HCl émis qui ne peut pas dans ces conditions constituer une source significative de chlore stratosphérique.

Par contre les éruptions violentes, comme celles d'El Chichon et du Pinatubo, contribuent à la charge en aérosols de la stratosphère. Les mesures du profil vertical d'HCl, avant et juste après l'éruption du volcan El Chichon, n'ont pas montré d'augmentation notable de cette espèce, à l'échelle globale la source de chlore stratosphérique d'origine volcanique apparaît donc très inférieure aux autres sources naturelles (la décomposition du gaz CH_3Cl) et à celle des CFC.

Pour conclure, je voudrais souligner que s'il est tout à fait légitime que le grand public se pose des questions sur ces sujets, l'accusation selon laquelle la communauté scientifique ne transmettrait que des messages partiels, voire tendancieux, ne me paraît pas fondée. Pour s'en convaincre le lecteur pourra lire les rapports cités en référence ainsi que les très bons dossiers et livres publiés récemment sur le sujet ([9], [10], [11], [12]). Dans chacun de ces ouvrages y sont discutées les certitudes issues des résultats des recherches passées, mais aussi, et dans une très large part, les incertitudes qui subsistent.

La tâche des scientifiques est donc de réduire ces incertitudes, pour ce faire des moyens d'observation au sol, en mer et par satellite ainsi que la disponibilité de calculateurs puissants sont nécessaires [13]. Ces moyens ne sont pas d'un coût exorbitant par rapport à ceux déjà utilisés pour l'exploration des autres planètes du système solaire, ils sont sans doute dérisoires devant ceux qu'il faudrait mettre en place pour s'adapter et parer aux effets d'un réchauffement atmosphérique de grande ampleur, ou d'une augmentation importante du rayonnement solaire ultraviolet au sol.

D. Cariolle
Ingénieur en Chef de la Météorologie,
Météo France, Centre national
de recherches météorologiques,
Groupe de météorologie
de grande échelle et climat,
42, avenue Gustave Coriolis,
31057 Toulouse Cedex.

RÉFÉRENCES

[1] Climate Change, The IPCC Scientific Assessment, Ed. Cambridge University Press, **1990**.
[2] Climate Change 1992, The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment, Ed. Cambridge University Press, **1992**.
[3] L'effet de serre et ses conséquences climatiques : évaluation scientifique, rapport de l'Académie des sciences, Rapport n° 25, **1990**.
[4] Gérer la Planète, *Pour La Science*, n° 145, mai **1989**.
[5] Vade-Mecum de la récupération des CFC, Ademe, Ed. Pyc, **1993**.
[6] Banks and Kockarts, Aeronomy, Part B, Academic Press, **1973**.
[7] Scientific Assessment of Ozone Depletion : 1991, WMO report n°25, **1991**.
[8] Molina and Molina. *J. Phys. Chem.*, **1987**, 91, 433.
[9] G. Mégie. Ozone, l'équilibre rompu, Presse du CNRS, **1989**.
[10] J. C. Duplessy, P. Morel, Gros temps sur la planète. Ed. Odile Jacob, **1990**.
[11] A. Berger, Le climat de la Terre, un passé pour quel avenir ? Ed. de Boeck Université, **1992**.
[12] L'effet de serre, *La Recherche*, n° 243, mai **1992**.
[13] L'évolution du climat et de l'environnement global : La contribution française en 1991, ministère de la Recherche et de la Technologie, **1991**.

Note de la Rédaction

La compétence de M. Cariolle donne à sa lettre la valeur d'une mise au point sur un texte quelque peu naïf. Celui-ci ne voulait mettre en doute ni la pertinence des études en cours, ni la conviction des spécialistes. Il tentait d'exprimer l'insatisfaction de beaucoup devant l'opacité du flot de commentaires au travers desquels il est difficile d'être convaincu du bien-fondé de décisions graves, elles-mêmes porteuses de conséquences qu'il serait judicieux de bien évaluer. Nous pouvons être reconnaissant à M. Cariolle d'avoir bien voulu répondre à maintes questions. Pas à toutes. Il est donc utile de voir où en est notre questionnaire après cette importante contribution.*

R.H.

Effet de serre (ES)

A. La simultanéité n'induit pas nécessairement une relation de cause à effet et, s'il y en a une, n'indique pas qu'elle est la cause. La *figure 1* ci-après extrait du rapport de l'Académie des Sciences (*La vie des sciences*, 1991, p. 92) montre que les variations de la teneur de l'atmosphère en méthane et celles de sa température forment également des courbes quasi parallèles et même nettement mieux que le gaz carbonique il y a 70 à 100 000 ans. Étendue à CH_4, la logique appliquée à CO_2 ne conduirait-elle pas à limiter l'élevage des bovins et l'étendue des rizières ?

B. Il n'était pas dit que les études, donc les modèles des spécialistes, ne prenaient pas en compte la vapeur d'eau mais que c'était le cas des "discussions sur l'ES" (offertes aux non-spécialistes). Le réponse de M. Cariolle montre bien combien cela est regrettable.

** Notre souhait de voir entrepris un effort de clarification est partagé par d'autres. En février dernier, d'après* Chemical and Engineering News *(20 mai 1993, p.14), le président de l'AAAS F. S. Rowland demandait aux spécialistes des "sous-spécialités étroites" (du domaine qui nous concerne ici) de dépasser celles-ci et de tenter l'expérience difficile de communiquer la "sound science" au public. Nous laissons au lecteur le soin d'établir sa traduction personnelle du mot "sound".*

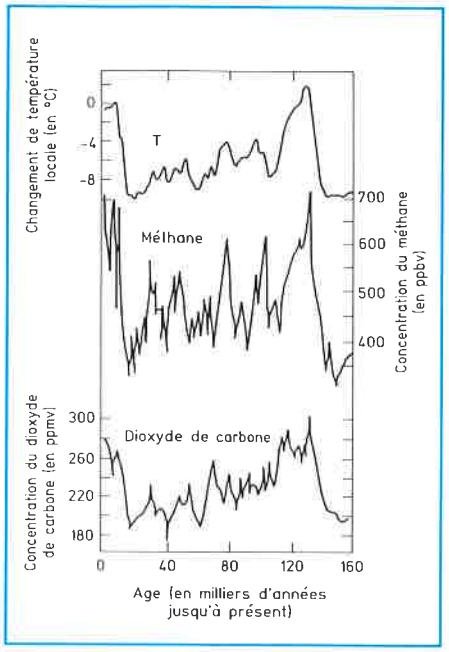


***Figure 1** - Changements de température et de concentrations de CO_2 et de CH_4 depuis 160 000 ans*

C. M. Cariolle souligne à juste titre une maladresse de rédaction : ce n'était pas "sans atmosphère" qu'il fallait écrire mais "avec une atmosphère sans gaz à ES". La faute étant reconnue, la question posée reste sans réponse. Dans sa lettre, M. Cariolle confirme que le climat n'est pas déterminé par la seule température de l'air mais par d'autres paramètres parfois plus importants, par exemple le bilan hydrique. L'exemple qu'il donne est très convaincant. En bref la réponse de la question **C** sera peut-être donnée au terme de l'étude de l'IPCC.

D. Pas de réponse : comment une cause continue (l'élévation de la teneur en CO_2) peut-elle avoir un effet discontinu (l'élévation de la température de l'atmosphère) ?

E. Remercions M. Cariolle de confirmer l'incertitude sinon sur l'élévation de la température moyenne de l'atmosphère depuis un siècle (0,5 °C), du moins sur son attribution à l'ES.

F. Pas de réponse : comment quelques degrés d'augmentation de la température peuvent suffire à fondre la calotte glaciaire antarctique ?

Couche d'ozone

A. M. Cariolle apporte d'utiles et convaincantes précisions

B. La question demeure, car la référence citée par M. Cariolle n'entre pas dans les lectures usuelles des non-spécialistes *.

C. Pas de réponse : connaît-on les spectres UV de l'atmosphère selon la latitude, l'altitude et leurs évaluations au cours des dernières décennies ?

D. D'accord avec M. Cariolle sur l'importance des cinétiques des diverses réactions en chaîne possibles. Mais la différence considérable entre les concentrations des réactifs supposés, surtout à 40 km d'altitude, n'exige-t-elle pas des longueurs de chaînes tout aussi considérables ?

E. M. Cariolle donne d'utiles indications sur la précision des mesures d'épaisseur de la couche d'ozone. Elles sont bien rarement mentionnées. Résumons : 5 % d'erreur sur la mesure elle-même, ce qui n'est pas important devant l'ampleur des fluctuations de ce que l'on veut mesurer. Au total, que doit-on retenir comme imprécision des épaisseurs annoncées ici ou là?**

F. L'information selon laquelle les injections massives du chlore dans la stratosphère lors d'éruptions volcaniques violentes comme celles de El Chichon ou du Pinatubo sont sans effet sur les teneurs en cet élément, est surprenante, compte tenu des quantités énormes mises en jeu.

Cette information a été confirmée entre temps pour l'éruption du Pinatubo** (*Science*, 21 mai 1993, p. 1082) HCl est piégé par les cristaux de glace. Rappelons que l'on estime que le Pinatubo a injecté environ 4,5 millions de tonnes de chlore dans la stratosphère et 1000 fois plus d'eau.

Restent les aérosols qui semblent bien être responsables de la réduction de la couche d'ozone observée depuis un an environ (*Science*, 23 avril 1993, p. 490 et 523).

Conclusion : M. Cariolle a clarifié bien des points du questionnaire soumis à la compétence de nos lecteurs. Des questions sont restées sans réponse. Insistons sur notre confiance dans l'aptitude à apporter des réponses, ou à mieux formuler les questions, mais aussi sur notre souhait que les limites de la certitude soient plus clairement perceptibles.

Donc : à suivre.

R.H.

** A ce sujet, il semble intéressant d'attirer l'attention sur l'information récente (*Science, *7 mai 1993, p.743) selon laquelle William Harper, directeur de la recherche du Département de l'Énergie américain, a été limogé pour avoir publiquement déclaré que "la menace sur la santé de la disparition de la couche de l'ozone est exagérée". Notamment, W. Harper a souligné la divergence ("discrepancy") entre les niveaux prédits d'UV-B, susceptibles de causer des cancers et normalement arrêtés par l'ozone, et les niveaux effectivement mesurés sur le terrain. De telles opinions auraient vivement déplu au vice-président Al Gore (citons textuellement* Science *: "whose apocalyptic vision of an environmentally ravaged Earth drew the epithet "Ozone Man" during the presidental race last year". Des chercheurs américains précisent que la réduction de 9 % de la couche d'ozone dans les zones de latitudes moyennes de l'hémisphère nord (Europe, États-Unis) doit induire un augmentation de + 2 % environ des UV dangereux (*Science*, 23 avril 1993, p. 491). Les mesures, si elles sont faites, seront-elles publiées ?*

***L'instrument TOMS (Total Ozone Mapping Spectrometer) placé sur le satellites Nimbus 7 constituait l'un des principaux outils d'étude de la couche d'ozone. Sa durée de vie était initialement prévue de 2 ans lors de la mise sur orbite en octobre 1978. Il est tombé en panne le 7 mai dernier, sans doute définitivement (C&EN, 24 mai 1993, p. 6). D'après la NASA "jusqu'au dernier moment ses indicateurs auraient été fiables."*

"Il y a deux conceptions principales de l'environnement : - celle qui considère que l'homme fait partie de la nature qu'il s'agit de protéger même aux dépens de certains des intérêts de celui-ci ; - celle qui considère l'homme comme le centre de la nature et qui cherche principalement à conserver un patrimoine nécessaire à nos descendants.
Cette dernière conception est la plus répandue et est celle du monde industriel et technique responsable".

Claude Fréjacques
vice-président de l'Académie des sciences
(Revue Générale Nucléaire, *mars-avril 1993, p. 88).*

"Il faut protéger la nature, parce que protégeant la nature nous agissons en faveur de générations futures. On ne protège pas la nature pour qu'il puisse y avoir des ours dans les Pyrénées, ou des lynx dans les Vosges. On la protège parce que l'homme est au cœur de nos préoccupations, non parce que nous avons érigé la nature en divinité".

Prof. Maurice Tubiana
(Revue Générale Nucléaire, *mars-avril 1993, p. 143).*

IEI et Pollutec

Jean Laporte,
vice-président exécutif de l'IEI, président du comité d'organisation de Pollutec.

C'est bien volontiers que je présente aux lecteurs de *L'Actualité Chimique* le salon Pollutec* à la lumière de son partenariat avec l'Institut de l'Environnement International (IEI).

C'est à 1986 que remonte ce partenariat, au moment où l'organisateur de Pollutec, Sepfi-Technoexpo, adoptait une formule nouvelle, avec l'ambition de rejoindre le peloton de tête des salons professionnels internationaux, au côté des allemands Envitech et IFATE.

Il choisissait de développer cette expérience à Lyon, au sein de la dynamique région Rhône-Alpes, et, tout en affirmant le caractère strictement professionnel du salon, d'y associer tous les organismes concernés par son succès.

Enraciné en Rhône-Alpes avec son siège à Aix-les-Bains et ses services techniques à Lyon, rassembleur pluraliste et indépendant par vocation, l'IEI était pour Pollutec un partenaire naturel.

Ce partenariat, qui n'a cessé de se développer, s'exerce particulièrement sur deux fronts :

- Celui des conférences qui accompagnent le salon, carrefour d'idées comme de techniques. En position générale d'appui, l'IEI organise lui-même des colloques, dans la ligne de ses activités collectives et souvent en coopération avec ses partenaires institutionnels : Commission des Communautés européennes, ministère de l'Environnement, agences de l'Eau.
- Celui de la coopération internationale, l'un des objectifs prioritaires du salon, avec son nombre toujours croissant de stands étrangers institutionnels et privés, et de délégations et visiteurs individuels de toutes nationalités. L'IEI mobilise son réseau (Canada, États-Unis, Europe du Centre et de l'Est, entre autres) et assure un service d'accueil et de contacts pour les délégations étrangères. Présent sur son stand, son bureau de Bruxelles assure l'information des visiteurs du salon sur les activités et mécanismes de la Commission des Communautés européennes et, plus généralement, les institutions environnementales européennes et internationales.

Vitrine des techniques et services, carrefour d'idées, Pollutec est plus généralement un remarquable outil de communication, non seulement par la manifestation elle-même, qui focalise un nombre croissant d'événements et de rencontres, mais aussi par les fils conducteurs qu'il crée entre deux éditions du salon. Un flux permanent de documents-supports assure la promotion et la communication des exposants : journaux de l'organisation, dossiers et numéros spéciaux, etc. L'IEI tient sa place dans ce concert, en consacrant à Pollutec une place importante dans sa *Lettre de l'IEI* et son *IEI's Newletter*, avec son numéro spécial diffusé au moment du salon.

Le rythme du salon est bisannuel. Les éditions 86, 88, 90 et 92 se sont déroulées à Lyon, une alternance Lyon/Paris étant prévue après l'édition lyonnaise d'octobre 1994.

En 1993, l'alternance parisienne fait l'objet d'une expérience exceptionnelle en année impaire, avec la tenue du salon au Parc des expositions de la Porte de Versailles, du 12 au 15 octobre, en synergie avec le salon "Énergies 93" de l'Ademe.

En continuité avec l'édition 92 et à des dimensions analogues, Pollutec 93 présentera un nombre de conférences d'accompagnement "classiques" moindre, mais offrira un mode nouveau de communication, plus souple avec un forum ouvert et animé en continu.

Le stand de l'IEI, à l'entrée du salon, sera comme à l'accoutumée une plate-forme d'information, d'échange et d'accueil.

Attentif à la présence au salon de tous les grands thèmes d'actualité dans son domaine, l'IEI coopérera notamment aux initiatives de la direction de l'Eau du ministère de l'Environnement et organisera, en coopération avec le CFDE et avec la participation du ministère de l'Environnement, une rencontre sur l'activité réglementaire en environnement industriel.

L'IEI assitera bien entendu, par tous les moyens à sa disposition, ses membres dans leur bonne utilisation de l'outil Pollutec, notamment pour la présentation de leurs produits innovants. C'est le cas par exemple pour Sandoz France, avec une nouvelle technique d'étanchéification propre à protéger les nappes phréatiques profondes lors des forages : elle sera présentée dans le cadre des conférences du salon.

* Pollutec 93, 12-15 octobre 1993, Paris (Porte de Versailles).

Pollutec 93/Énergies 93

Paris, Porte de Versailles
12-15 octobre 1993 (entrée porte V, bât. 1)

Pollutec 93 : 9e Salon international de l'environnement et des éco-industries.
Énergies 93 : Salon de la maîtrise de l'énergie et des énergies renouvelables.

Renseignements : Sepfi-TechnoExpo, 8, rue de la Michodière, 75002 Paris. Tél. : (1) 47.42.92.56. Fax : (1) 42.66.14..28.

L'électrolyse au XIXe siècle

Regards sur la théorie et sur quelques brevets français de cellules électrolytiques déposés il y a cent ans

François Cœuret* *Directeur de recherche au CNRS*

La théorie de l'électrolyse a évolué tout au long du XIXe siècle jusqu'à la théorie d'Arrhenius qui, une fois acceptée, a permis le développement que l'on a connu au XXe siècle pour les applications électrochimiques, tant analytiques qu'industrielles, de l'électricité. Il y a 100 ans, la théorie d'Arrhenius, qui avait été publiée en 1887, faisait l'objet de sévères critiques parmi les milieux scientifiques de l'époque.

La récente rédaction d'un ouvrage [1] nous a amené à consulter quelques brevets français déposés il y a 100 ans environ et, à leurs lecture et étude, il nous a semblé intéressant de les commenter et de les situer par rapport aux concepts théoriques, acceptés ou discutés, de l'électrolyse à l'époque correspondante. En effet, en dépit du fait que les procédés décrits dans ces brevets n'ont eu que peu (ou pas) d'application, ils contenaient certaines originalités qui méritent d'être mises en évidence au lecteur scientifique de 1993. Tel est d'ailleurs l'objet du présent article.

Nous présenterons brièvement trois types de cellules d'électrolyse issus de brevets, essentiellement français, des années 1890, et nous insisterons un peu plus sur un autre brevet français de 1893 parce que, à sa lecture, les chercheurs et/ou ingénieurs versés dans l'étude ou l'utilisation de procédés électrolytiques mettant en oeuvre des électrodes poreuses percolées (EPP) y découvriraient des idées qui étaient novatrices pour l'époque. Ce dernier brevet a déjà fait l'objet de commentaires dans l'annexe du chapitre 6 de [1] ; une note le concernant est aussi actuellement sous presse [2].

Indiquons qu'à l'époque où ces brevets ont été déposés (entre 1893 et 1896), il n'était pas question d' ingénierie électrochimique et, d'ailleurs, l'idée de la discipline du "chemical engineering" venait tout juste (1887) d'être lancée en Angleterre par George E. Davis, mais sans succès, et elle était en train de passer aux États-Unis où elle allait se concrétiser. L'électrochimie industrielle du moment était donc descriptive, dans un contexte théorique très controversé en matière d'électrolyse.

PRINCIPALES ÉTAPES DE L'ÉVOLUTION DE LA THÉORIE DE L'ÉLECTROLYSE AU XIXE SIECLE

Nous présenterons, ci-dessous, ces étapes d'une manière inspirée de la présentation qui en avait été faite par A. Minet en 1900 dans son ouvrage [3]. Il est généralement reconnu que les principales hypothèses, qui furent proposées au cours du XIXe siècle pour décrire la constitution des électrolytes, sont dues successivement à Grotthus (1805), à Clausius (1845) et à Arrhenius (1887). En 1900, l'hypothèse d'Arrhenius était considérée comme la plus complète parce qu'elle rendait compte d'un plus grand nombre de phénomènes que les autres hypothèses. On sait qu'elle devint - mais pas facilement - une certitude, faisant faire un progrès considérable à l'électrochimie, mais aussi donnant naissance à la chimie moderne. Voyons brièvement quelles étaient ces hypothèses.

Hypothèse de Grotthus (1805)

Le fait expérimental que les constituants (molécules) d'un électrolyte n'apparaissaient qu'aux électrodes, avait amené Grotthus à penser que ces constituants étaient formés de deux éléments, ou de groupes d'éléments, chargés d'électricité contraire ; durant l'électrolyse, ceux qui étaient chargés d'électricité positive se portaient au pôle négatif, et le contraire pour les autres.
Il était admis :
- qu'en l'absence de courant, les molécules étaient sans orientation déterminée,
- que lorsqu'une tension aux bornes était appliquée, mais qu'elle était insuffisante pour produire la décomposition des molécules, celles-ci s'orientaient pour former, entre les deux électrodes, une chaîne continue (chaîne dite "de Grotthus"), tous les éléments positifs étant tournés vers l'électrode négati-

*URA CNRS n°869 - Nantes, ENSCR, Université de Rennes 1, avenue du Général Leclerc, 35700 Rennes. Tél. 99.87.13.50. FAX : 99.87.13.99.

ve et tous les éléments négatifs étant tournés vers l'électrode positive.
- lorsque la tension aux bornes augmentait, l'attraction des électrodes sur les composants situés à leur voisinage, mais de signe contraire à ces électrodes, augmentait également jusqu'à devenir égale à la force de liaison (force dite "d'affinité") des deux éléments entre-eux. Les deux molécules qui se trouvaient à l'extrémité de la chaîne de molécules, et qui étaient donc les plus proches des électrodes, se décomposaient, libérant le constituant à l'électrode de signe contraire correspondante. Au moment où se produisait cette décomposition, des échanges avaient lieu entre molécules voisines sur toute la longueur de la chaîne, de manière à rétablir l'orientation qui existait avant la décomposition.
Il faut noter que cette hypothèse admettait que les éléments individuels chargés qui composaient la molécule n'apparaissaient qu'aux électrodes, et que leur apparition était liée au passage d'un courant.

Hypothèse de Clausius (1845)

Indiquons que cette hypothèse était postérieure aux idées de Faraday (1834) sur les notions d'ions (anions, cations), d'anode et de cathode. Pour Clausius (1845), les molécules d'un liquide étaient, comme celles d'un gaz, perpétuellement en mouvement (agitation moléculaire), se heurtant incessamment et échangeant continuellement leurs éléments constitutifs. Ainsi, un atome pris au hasard pouvait se combiner, à des instants différents, avec d'autres atomes quelconques, pourvu qu'ils étaient de charge électrique contraire, et non pas, seulement, avec certains atomes déterminés. Dans de telles conditions, la tension appliquée aux bornes était censée agir en influençant la direction des ions au moment où ceux-ci passaient d'une molécule à l'autre, c'est-à-dire au moment précis où ils étaient accessibles à l'action directrice du champ électrique.
Ainsi, pour Clausius, seuls les composés capables de se décomposer en leurs constituants ioniques pouvaient être électrolysés. Pendant les échanges inter-moléculaires, les ions étaient soumis, momentanément, à une force d'attraction qui les faisait se déplacer vers les électrodes. Lorsque la tension appliquée était suffisamment grande, l'attraction de l'électrode sur l'ion de signe contraire appartenant à une molécule située au contact de cette électrode, pouvait être supérieure à la force qui liait cet ion aux autres constituants de la molécule. Cette dernière était alors décomposée: l'ion de charge opposée au signe du pôle de l'électrode considérée se trouvait libéré, tandis que l'autre ion se dirigeait vers le pôle opposé pour y être libéré. Chaque ion transportait ainsi une quantité d'électricité vers les électrodes.
En résumé, tant que la tension appliquée n'était pas suffisante pour vaincre la "force de liaison" (ou "force d'affinité") des constituants (ions) de la molécule d'électrolyte, le champ électrique était considéré n'avoir qu'une action directrice sur les ions au moment précis où ils étaient libres; la "force de liaison" des ions entre eux ne pouvant pas être vaincue, les ions libérés étaient obligés de former de nouvelles molécules. Par contre, lorsque la tension appliquée devenait suffisante pour vaincre cette liaison, les ions qui se trouvaient aux électrodes conservaient leur individualité et pouvaient se décharger.
On avait donc vu apparaître, dans cette théorie, le concept d'ions existant momentanément dans l'électrolyte, indépendamment de l'existence ou non d'un courant, et entre des recombinaisons successives avec d'autres ions pour former des molécules. Par contre, les ions libres de manière permanente ne pouvaient exister qu'aux électrodes, et seulement à partir du moment où la "force de liaison" était vaincue.

Théorie d'Arrhenius(1887)

Cette théorie est mieux connue que les précédentes. Rappelons seulement que, suivant Arrhenius, la majeure partie des solutions aqueuses de sels, d'acides et de bases, se trouvait à **l'état dissocié** c'est-à-dire que la majeure partie des ions étaient libres, qu'il y ait ou non passage du courant électrique. L'électrolyte se trouvait scindé en ses ions sous l'influence de l'eau agissant comme solvant. Cette fameuse théorie de la dissociation électrolytique permit d'expliquer beaucoup de phénomènes jusqu'alors incompris et elle fut, en quelque sorte, le point de départ de la chimie moderne. Par exemple, la conductibilité électrique des électrolytes s'interpréta par la présence de ces ions libres.

REMARQUES SUR LES CONTESTATIONS DE LA THÉORIE D'ARRHENIUS

Chacun sait, sans doute, que la théorie d'Arrhenius fut très critiquée avant d'être unanimement acceptée. En particulier, il en fut ainsi au Congrès de Leeds en 1890 et au cours de diverses séances de la Société de Physique de Paris. Arrhenius dut défendre ardemment sa théorie. Par exemple, il montra comment, déjà en 1883, la plupart des conclusions de la théorie de la dissociation électrolytique étaient tirées, et cela grâce aux travaux de Faraday (1833) sur la manière dont se comportaient les électrolytes traversés par le courant électrique, ceux de Clausius (1857) sur les aspects théoriques de la conductibilité électrique, ceux de Hittorf (1857) puis de Kolhrausch (1877) sur la conductibilité des sels, etc.
L'opposition à la théorie venait des chimistes qui ne pouvaient pas admettre que les molécules salines pouvaient être très dissociées en solution aqueuse. Déjà, Clausius avait été l'objet de sévères critiques quand il voulut faire admettre - faute d'espérer convaincre les chimistes que, dans une solution saline (de NaCl par exemple), les deux ions n'étaient réunis par aucune force puisque la plus petite énergie électrique suffisait pour faire passer l'électricité dans cette solution - que c'était seulement une fraction infinitésimale du nombre de molécules de sel, quantité échappant aux moyens d'investigation des chimistes, qui se comportait ainsi. Les chimistes pensaient que tous les échantillons de NaCl, sous quelque forme que ce soit, contenaient, conformément à l'analyse, 35 parties de chlore et 23 parties de sodium. Accepter qu'une petite quantité de NaCl pouvait se trouver dissociée en ions chlore et sodium, revenait

pour eux à admettre qu'une faible partie, soit du chlore, soit du sodium, pouvait être enlevée de la solution sans qu'une partie correspondante de l'autre composant la suive...
Grâce aux travaux de Van't hoff (1886) sur la théorie des solutions, Arrhenius put trouver des arguments pour faire admettre la théorie de la dissociation électrolytique (les écarts à la loi de Van't hoff observés pour les électrolytes ne pouvaient s'expliquer qu'en admettant la dissociation partielle).
Tel était, en matière de théorie de l'électrolyse, le contexte scientifique de la dernière décennie du XIXe siècle. Les brevets que nous allons commenter ci-après sont apparus autour, ou au cours, de cette période.
La présentation succincte que nous venons de faire montre comment, sur l'espace d'un siècle environ, on était passé de la possibilité pour les constituants chargés d'être présents seulement au niveau des électrodes si la tension appliquée était suffisante [Grottthus (1805)], à l'existence momentanée d'ions libres dans la solution, même en l'absence de courant, et à la présence d'ions libres aux électrodes de signe contraire à la charge de ces ions, lorsqu'il y a passage du courant [Clausius (1846)], à la théorie de la dissociation électrolytique [Arrhenius (1887)].

TROIS BREVETS FRANÇAIS DÉPOSÉS VERS 1895

Parmi les brevets français qui, autour de 1895, se consacraient à des dispositifs d'électrolyse, plusieurs se rapportaient à l'électrolyse du chlorure de sodium à cause, d'une part, de la grande disponibilité et du caractère bon marché de la matière première NaCl, d'autre part, en raison de la grande consommation industrielle des produits de l'électrolyse que sont la soude caustique et le chlore. C'est, en effet, à ce type d'électrolyse que les inventeurs s'attaquèrent rapidement en raison des résultats immédiats que l'on pouvait espérer. Nous ne considérerons pas les procédés à cathode de mercure, mais uniquement ceux à cathode solide et dans lesquels il y a, d'une part, production de chlore à l'anode, d'autre part, formation d'hydrogène et d'ions hydroxyle à la cathode ; ces procédés sont répartis en procédés avec diaphragme et en procédés sans diaphragme.

Appareil Gall et de Montlaur

La *figure 1* montre des vues de cet appareil [4] qui était présenté comme ayant l'avantage de recueillir le chlore sous pression et de pratiquer l'électrolyse à une température déterminée. Les cellules d'électrolyse contenues dans l'appareil étaient à symétrie cylindrique coaxiale (anode centrale ; cathode extérieure) avec séparateur poreux cylindrique, et avec circulation forcée de l'électrolyte dans l'espace annulaire compris entre l'anode et le séparateur.
Le récipient **A**, en tôle, contenait la solution de NaCl et était connecté au pôle négatif. Il était traversé de part en part par des tubes poreux **B** (amiante, porcelaine, etc.) servant de diaphragmes, fermés aux deux extrémités, et qui supportaient les anodes **b** (dont on ne donne pas la nature du matériau). Les cathodes étaient en tôle et entouraient les tubes **B**. Le chlore dégagé à l'anode s'échappait dans le collecteur **D** par les tubes

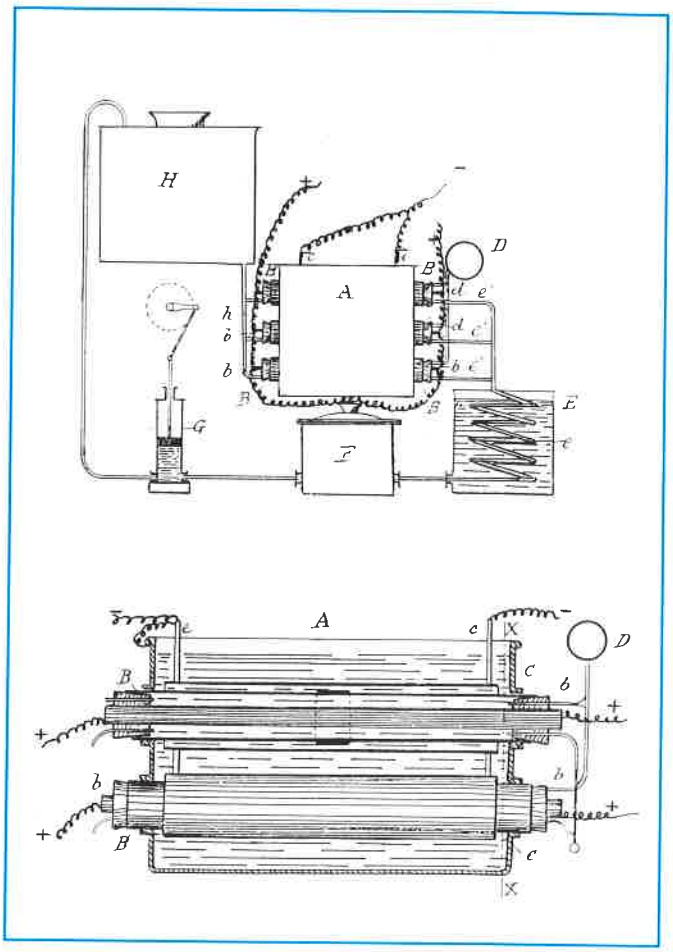


Figure 1 *- Appareil Gall et de Montlaur.*

d. L'électrolyte était mis en circulation par une pompe qui alimentait un réservoir à niveau constant, et sa température pouvait être réglée grâce à un serpentin. La disposition des tubes **e'** de sortie de l'électrolyte du compartiment anodique permettait de régler le niveau de cet électrolyte à l'intérieur des tubes **B**, et donc d'y comprimer plus ou moins le chlore produit, lequel pouvait être ainsi recueilli sous pression. Le texte de brevet n'évoque pas le dégagement d'hydrogène à la cathode.

Appareil à forme spirale de Peyrusson

Cet appareil [5] se trouve représenté sur les schémas de la *figure 2* et, comme son nom l'indique, il était caractérisé par la disposition en spirale des électrodes dans leur compartiment respectif. Plusieurs variantes étaient possibles. On voit par exemple que dans la variante représentée par les deux schémas supérieurs (**A/B**), il y avait deux compartiments séparés par un diaphragme poreux, et dans lesquels l'électrolyte était distribué à partir du centre (robinets **e** et **f** respectivement) puis circulait en spirale vers les sorties en **g** ou **h**. Dans la variante représentée sur le schéma **C**, l'électrolyte était introduit par la périphérie, circulait vers le centre en suivant les contours de la spirale, puis revenait en sens inverse pour s'évacuer par la périphérie.

On notera, sur le schéma **D**, que la spirale dans laquelle circulait l'électrolyte se trouvait entre deux diaphragmes poreux et entre anode et cathode, sans être elle-même connectée électriquement. Ici, la spirale jouait le rôle d'électrode bipolaire (mot non écrit dans le brevet) en vue d'une électrolyse dite "secondaire". Notons que l'inventeur préconisait la possibilité de faire tourner le dispositif autour de son axe, avec comme prétexte que ce mouvement pouvait "favoriser l'action de l'électricité". Ce type de dispositif appellerait, de nos jours, les commentaires suivants :

- l'inventeur avait recherché une grande surface spécifique d'électrode en adoptant un enroulement spiralé, et par là-même, un grand temps de passage de l'électrolyte de manière à atteindre des taux de conversion élevés.
- malheureusement, la distribution primaire du courant et du potentiel entre anode et cathode (schémas **B** et **C**) ou dans l'électrode bipolaire (schéma **D**) devait être déplorable. Sur les premiers schémas, en effet, tout se passait comme si anode et cathode étaient bout à bout, et non pas en regard.

L'inventeur ne prenait pas en compte la conduction du courant dans son dispositif et, bien qu'il n'en disait rien, devait considérer que les ions se formaient aux électrodes et n'étaient pas libres dans la solution.

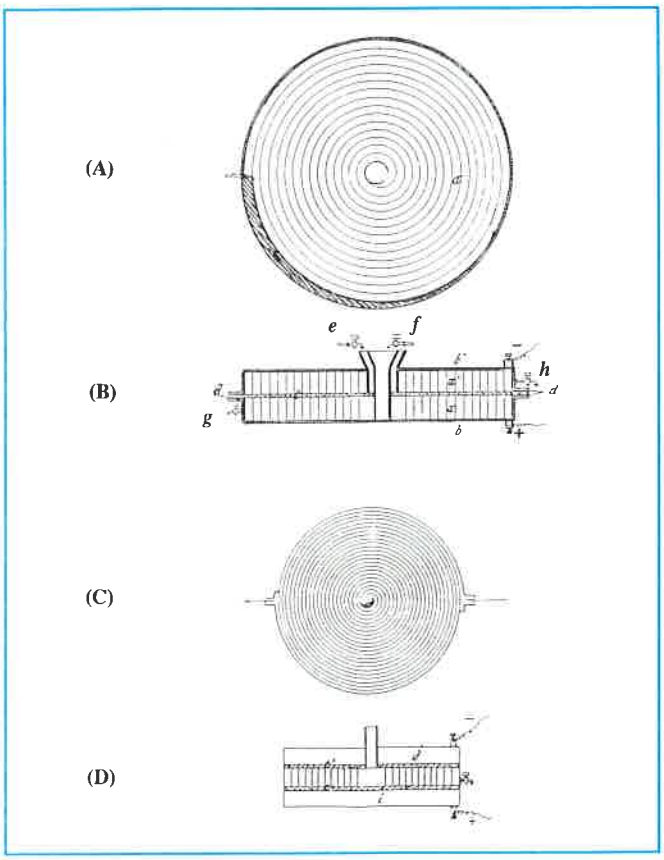


Figure 2 *- Appareil à forme spirale de Peyrusson.*

Electrolyseur Peyrusson [6]

Cet électrolyseur [6] (*figure 3*) se caractérisait par la forme hélicoïdale des électrodes.

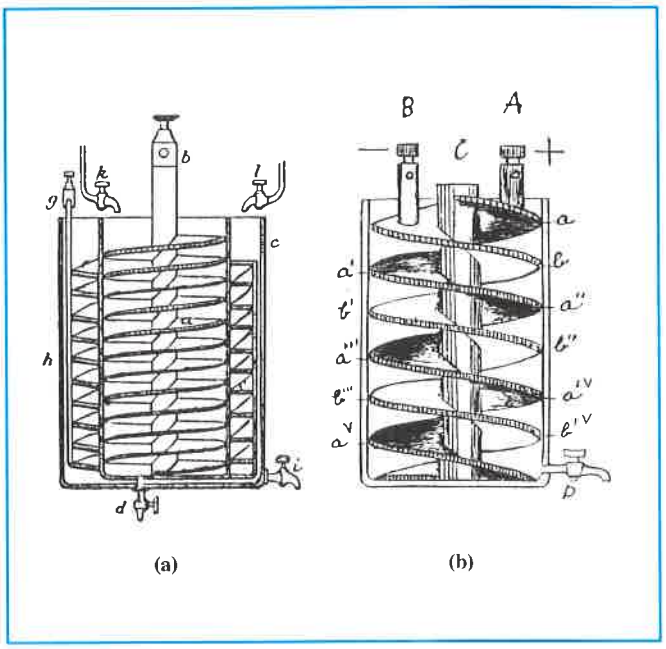


Figure 3 *- Electrolyseur Peyrusson.*

La *figure 3-a* montre une première variante : l'électrode intérieure a était une hélice à larges lames rapprochées, entre lesquelles s'écoulait lentement l'électrolyte (entrée en **k**; sortie en **d**). Cette hélice se trouvait ajustée à l'intérieur d'un vase poreux servant de diaphragme. L'électrode extérieure était une hélice annulaire dans laquelle s'ajustait aussi le vase poreux. L'appareil pouvait ne contenir qu'une seule électrode de type hélice, l'autre étant quelconque.

L'inventeur soulignait, dans son brevet, que "le très grand avantage de la forme hélicoïdale des électrodes est d'obliger l'électrolyte à faire un parcours qui, suivant la distance et la largeur des spires, peut être cent fois plus grand que la longueur de l'axe de l'hélice". Il y avait donc dans cet appareil une recherche d'un long temps de séjour, avec aussi, mais sans que cela soit écrit explicitement, la recherche d'une grande surface d'électrode par unité de volume d'appareil. Également, l'inventeur soulignait qu'ainsi l'électrolyte était soumis au traitement de manière progressive, et par tranches minces, de telle façon qu'il n'y avait pas mélangeage de l'électrolyte transformé avec le reste de l'électrolyte. C'était là songer au comportement presque piston de l'écoulement !

L'inventeur envisageait les applications suivantes de son procédé : électrolyse de solutions de chlorure de sodium, désinfection des eaux de distribution et des eaux d'égouts, blanchiment de la pâte à papier, etc.

Comme pour l'appareil à électrodes de forme spirale du même inventeur (*figure 2*), on notera sur la *figure 3-a* que les électrodes n'étaient pas en regard l'une de l'autre, c'est-à-dire que l'uniformité de la distribution primaire du courant était loin d'exister. On peut donc probablement conclure que l'inventeur négligeait la conduction du courant dans l'électrolyte et devait considérer que l'existence des ions aux seules électrodes était associée au passage du courant et à la présence matérielle de ces électrodes.

La *figure 3-b* montre une autre variante du même électrolyseur, proposée dans un certificat d'addition du 24 juillet 1896. L'inventeur proposait ici d'emboiter les deux hélices : l'une, l'anode, était connectée au pôle **A**, l'autre, la cathode, étant connectée au pôle **B**. Ici, la distance anode-cathode était constante d'une extrémité à l'autre de l'appareil, et la distribution primaire du courant était uniforme.
On pourrait croire que c'est après avoir constaté une faible performance des autres variantes d'électrolyseur que l'inventeur eut l'idée de soigner la géométrie en recherchant une distance anode-cathode constante. C'est au contraire "pour faire agir en même temps sur l'électrolyte les effets qui se produisent aux deux électrodes" que l'inventeur proposa d'emboîter les hélices l'une dans l'autre, obtenant ainsi un canal hélicoïdal.
L'inventeur pensait appliquer l'électrolyseur de la *figure 3-b* au traitement électrolytique des vins et des jus sucrés.
Dans aucune des variantes, la production et l'évacuation des gaz n'était évoquée.

CAS PARTICULIER DU PROCÉDÉ HULIN

Dans cette présentation, les termes strictement repris du texte de brevet (manuscrit) de P.L. Hulin [7], sont écrits en italique, en particulier à cause de l'usage qui est parfois fait de concepts aujourd'hui erronés. Ce procédé mérite sans aucun doute un intérêt tout particulier parce qu'il introduisait, non seulement le concept, mais aussi le nom d'*électrode poreuse*, ainsi d'ailleurs que celui d'*électrode-filtre*. Les cellules utilisant de telles électrodes étaient appelées électrolyfiltres et le procédé dans son ensemble était appelé électrolyfiltration.
Le procédé Hulin fut recommandé pour la production de chlore et de soude par électrolyse de NaCl dissous. Le brevet fut cédé à la Société des Soudières Électrolytiques en 1898, puis rétrocédé en 1900. Il semblerait donc qu'il ait été considéré peu de temps dans l'industrie, et probablement dans l'usine que la Société des Soudières Électrolytiques exploitait à Livet et Gavet dans l'Isère. Les droits du brevet appartenaient à M.M. Hulin, Matussière et Forest. La fabrication de la pâte à papier était là à l'origine de l'intérêt pour la production de soude et de chlorures décolorants.
La *figure 4* montre deux schémas issus du brevet.
Se basant sur le principe que les ions "*naissent exclusivement au contact des électrodes*" (concept de Grotthus, par conséquent), P.L. Hulin imagina de "*faire passer ces ions*", dès leur formation, au-travers de l'électrode elle-même, vers l'arrière de la solution électrolysée ; pour cela, il eut l'idée d'une électrode conçue comme un filtre. Son idée était d'éviter que des produits de réaction se trouvent mélangés au reste de l'électrolyte et ne réagissent avec celui-ci pour donner lieu à des composés non souhaités (NaClO par exemple). Il avait imaginé de faire passer au-travers de l'électrode elle-même la "tranche liquide sans épaisseur" qui se trouve au contact del'électrode et qui est exclusivement composée du produit de l'électrolyse (ions). Les électrodes-filtres ainsi conçues étaient des plaques en charbon poreux, homogène, à grains très fins et préparé spécialement.
Le schéma de la *figure 4-a* comporte une cathode-filtre.
Pour Hulin, les électrodes-filtres formaient une paroi de la cuve électrolytique, de sorte que, pour lui, une seule face était en contact avec l'électrolyte ; c'était la *face active* sur laquelle naissaient les ions. L'autre face, dite *inactive*, servait seulement pour l'évacuation des produits solubles "*nés*" sur la face active ; ces produits passaient dans un compartiment contigu prévu à cet effet. C'est par une différence de pression hydrostatique que l'écoulement avait lieu au-travers de l'électrode-filtre. Pour Hulin, il s'agissait donc d'une filtration mécanique d'électrolyte au travers d'une électrode poreuse, d'ailleurs suivant une vitesse proportionnelle à l'intensité du courant.
L'inventeur avait conçu des appareils à électrodes-filtres ayant des formes variées, comme on peut en voir deux exemples à la *figure 4*, et avait imaginé des associations de cellules dans des montages type filtre-presse.

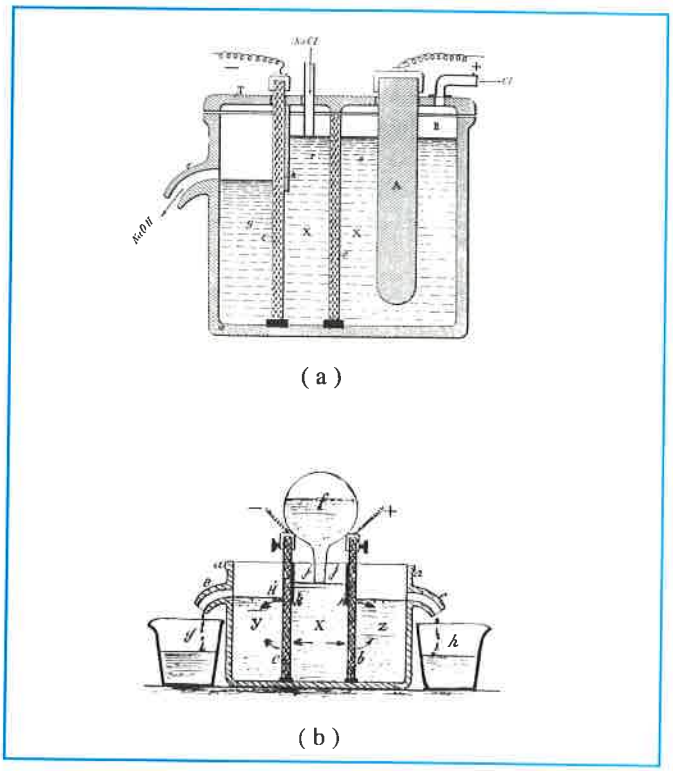


Figure 4 *- Deux schémas issus du brevet de P.L. Hulin.*

Discussion

On aura noté que l'électrode-filtre du procédé Hulin était l'ancêtre de ce que l'on connaît aujourd'hui sous le nom d'électrode poreuse percolée de type axial (flow-through porous electrode), c'est-à-dire pour laquelle la direction de la percolation est parallèle à la direction générale du courant électrique dans la cellule.
Cependant, pour Hulin, "électrode poreuse" n'avait pas la même signification que celle que nous donnons à ce type d'électrode aujourd'hui. Pour Hulin, seule la limite du milieu poreux au contact de l'électrolyte jouait le rôle d'électrode, le reste du volume de ce milieu jouant le rôle de filtre (d'où le nom d'électrolyfiltration qu'il donna au procédé, nom que l'on peut d'ailleurs rapprocher d'électro-ultrafiltration ou d'électrofiltration qui se rapportent à d'autres procédés).

Comme Hulin l'écrit dans son texte de brevet : "*Le point de départ de mon procédé est basé sur le fait que les produits de l'électrolyse se forment exclusivement sur les électrodes*", ce qui signifie qu'il raisonnait essentiellement suivant le concept ionique de Faraday ou plus exactement de Grotthus comme nous l'avons vu (ions "formés" sur les électrodes quand il y a passage du courant). Le concept d'Arrhenius de la dissociation électrolytique, indépendamment de l'existence ou non d'un courant électrique, était apparu en 1887 mais, comme nous l'avons rappelé, il était très critiqué par la communauté scientifique au cours de la période-même d'apparition du procédé Hulin De telle sorte que P.L. Hulin n'avait pas lui-même encore admis, lui non plus, en 1893, le concept d'Arrhenius, ou ce concept n'était pas encore parvenu jusqu'à lui, ce qui est le plus probable. De toutes façons, la contestation faite à la théorie d'Arrhenius se situait dans le milieu scientifique, alors que P.L. Hulin était plus proche des problèmes industriels.

Il faut noter que, dans son texte de brevet, P.L. Hulin écrivait de la manière symbolique suivante la réaction globale de décomposition électrolytique de solutions aqueuses de chlorure de sodium dans une cellule du type de celle de la *figure 4-b*, avec production de soude et d'acide chlorhydrique :

$$\mathrm{NaCl} + m\mathit{HO} + 0{,}6\ \text{volt} = (\mathit{NaO,HO} + n\mathit{HO}) + (\mathrm{HCl} + n'\mathit{HO})$$

Dans cette réaction globale, *HO* désignait la molécule d'eau, *NaO* le protoxyde de sodium et (*NaO,HO*) la soude. Cette notation chimique pourrait étonner le lecteur non informé sur les grandes étapes de la chimie théorique au XIXe siècle.

Rappelons que le XIXe siècle vit, pour ce qui concerne la chimie, une lutte entre les atomistes (ou partisans de la théorie atomique) et les équivalentistes (ou partisans du système des équivalents chimiques), les premiers l'emportant finalement sur les seconds. La théorie atomique de Dalton, au tout début du XIXe siècle, avait attribué deux éléments (H et O) à la molécule d'eau. L'analyse montrait qu'il y avait en poids huit fois plus d'oxygène que d'hydrogène, de telle sorte que, relativement à l'hydrogène pris comme unité de poids atomique, parce que le plus léger, il s'en suivait O = 8. Par la suite, ceci fut corrigé, notamment grâce à Berzelius, et la molécule d'eau s'écrivit H02, dès que l'on s'aperçut qu'elle contenait trois atomes et non pas deux; l'oxygène se voyait alors défini comme O = 16. Dans le système des équivalents, on prenait pour l'équivalent d'un corps la quantité de ce corps qui se trouvait réunie à une quantité donnée d'oxygène dans la combinaison la moins oxygénée; dans le cas de l'eau (8 quantités d'oxygène pour 1 d'hydrogène), si on choisissait 8 pour l'oxygène (O = 8), l'équivalent de l'hydrogène devenait 1, ce qui était commode et donc généralement adopté.

On peut penser que P.L. Hulin raisonnait suivant le système des équivalents avec H = 1 et O = 8, comme pour la théorie atomique de Dalton D'ailleurs, "les équivalentistes" restèrent dominants en France bien après que les autres pays eurent reconnu et admis la théorie atomique. Il semble même que Berthelot, farouche adversaire de la théorie atomique, ait été pour beaucoup dans le fait que cette théorie, bien que classique depuis de nombreuses années dans les pays voisins de la France, n'aurait été introduite dans l'enseignement secondaire français qu'à la rentrée d'octobre 1893 ! Cette année 1893 est justement celle du dépôt de brevet de P.L. Hulin.

Il faut noter que la réaction globale reproduite ci-dessus ne fait pas apparaître l'existence d'un dégagement d'hydrogène à la cathode. D'ailleurs, comme Gall et de Montlaur, Hulin semble ignorer ce dégagement gazeux.

Mis à part le caractère erroné des aspects théoriques, tant électrochimiques que chimiques, mais conformes à ce qui semblait être comme tout à fait admis alors par les milieux scientifiques, le brevet de P.L. Hulin était très novateur en ce qui concerne plusieurs aspects, comme par exemple :

. L'utilisation d'un matériau poreux, à la fois comme électrode et comme séparateur, pour extraire les produits de réaction dès leur formation.

. L'emploi éventuel de différents matériaux d'électrodes poreuses était déjà avancé: plaques poreuses de charbon, matériaux spongieux, matériaux conducteurs agglomérés, empilements de feuilles métalliques poreuses, etc.

. S'il indiquait la possibilité d'utiliser une toile métallique (ou une plaque métallique perforée) placée sur une paroi filtrante inerte, il signalait cependant que l'électrode-filtre idéale était celle où tout le matériau poreux était conducteur. N'y avait-il pas là le résultat d'une constatation empirique de P.L. Hulin sur le fait que le milieu poreux pouvait, au moins partiellement, fonctionner comme électrode volumique ?

. Ainsi, même s'il méconnaissait l'existence d'ions libres dans la solution (existence admise par la théorie d'Arrhenius, et donc méconnaissait la possibilité d'une conduction ionique, a fortiori dans les pores de l'électrode, ses constatations n'étaient-elles pas encore une démonstration de la validité de la théorie de la dissociation électrolytique ?

. L'inventeur écrivait que l'intensité du courant d'électrolyse devait être "*mise en concordance avec la vitesse d'écoulement des ions*" dans le milieu poreux, ou encore qu'il fallait égaler la *production* et l'*évacuation* des ions en agissant sur l'intensité du courant (production) ou sur la pression hydrostatique (évacuation). La proportionnalité entre "vitesse de filtration" et intensité du courant revenait à prendre conscience, empiriquement, de la notion de taux de conversion X et du besoin de maintenir entre I (intensité du courant) et Q_V (débit de filtration ou débit évacué), un rapport constant pour garantir un taux de conversion donné, donc conformément à la définition du taux de conversion, soit, si on admet un rendement en courant de 100 % :

$$X = \frac{I/(zF)}{C_{AE}\,Q_V}$$

. z = nombre d'électrons dans la réaction ; F = Faraday ; C_{AE} = concentration d'entrée.

. Des associations type filtre-presse d'appareils connectés électriquement en série ou en parallèle, avec des collecteurs à l'entrée et à la sortie des électrolytes avaient été imaginées.

On peut penser que le dégagement d'hydrogène à la cathode poreuse, et notamment à l'intérieur des pores de cette cathode, aurait pu être l'une des causes d'une mauvaise fiabilité du procédé, et, par conséquent, de son abandon en tant qu'application industrielle.

Discussion

Nous avons choisi de commenter ces brevets français parce que les concepts de cellule qu'ils protégeaient avaient été imaginés à une période très décisive pour ce qui concerne la théorie de l'électrolyse, période de transition entre les deux concepts :
- d'une part, celui de l'existence des ions uniquement sur les électrodes et quand il y a passage du courant,
- d'autre part, celui de la dissociation électrolytique des solutions (présence d'ions au sein de la solution, qu'il y ait ou non courant) encore que, comme nous l'avons vu, l'évolution de la connaissance théorique a été plus progressive que cela.

Discutons brièvement ces brevets par rapport aux concepts théoriques. Nous constatons :
- Qu'aucun des inventeurs n'avait assimilé la théorie de la dissociation ionique et, a fortiori, de la conduction ionique des solutions. Pour eux, les ions n'existaient qu'aux électrodes.
- Que la disposition relative des électrodes dans les appareils de Peyrusson (voir *figures 2 et 3*) serait considérée aujourd'hui comme aberrante, sauf pour ce qui concerne le cas où les deux hélices seraient emboîtées l'une dans l'autre, comme dans la variante du certificat d'addition (*fig.3-b*).
- Que dans l'appareil Gall et de Montlaur la symétrie cylindrique coaxiale choisie pour les électrodes est satisfaisante, mais la présence du gaz dans le compartiment anodique peut altérer la symétrie du champ électrique.
- P.L. Hulin méconnaissait, lui-aussi, la dissociation ionique. Cependant, au moins dans le cas où il préconisait que la "*véritable électrode-filtre est formée d'un seul corps à la fois conducteur et filtrant*", il admettait implicitement l'intérêt de constituer des pores dans le matériau de l'électrode mais tout en considérant que seule était active la face en regard de la contre-électrode.
- Enfin, aucun inventeur ne s'intéresse aux gaz produits aux électrodes et à leur évacuation.

En d'autres termes :
. Peyrusson constituait délibérément des pores (canaux anodiques ; canaux cathodiques) mis bout à bout, pensant que leurs parois étaient totalement actives.
. Hulin recommandait préférentiellement des électrodes-filtres massivement conductrices, c'est-à-dire qu'il recommandait l'existence de pores d'électrode, sans imaginer, au moins apparemment, que leurs parois étaient électrochimiquement actives.

CONCLUSION

L'innovation contenue dans le procédé Hulin, même si ce procédé ne semble pas avoir fonctionné longtemps dans l'industrie, mais il y un siècle, est évidente. Ce brevet semblerait pourtant être méconnu, car on ne le trouve jamais cité dans la littérature se rapportant aux électrodes poreuses percolées.
S'il est évident que P.L. Hulin ne connaissait pas, ou n'avait pas encore admis, la théorie de la dissociation ionique, imaginons quel pouvait être son environnement scientifique, comment pouvait circuler l'information scientifique à cette époque et quelle crédibilité on pouvait lui donner. Quatre-vingts ans après P.L. Hulin, c'est-à-dire il y a peu de temps, certains ne négligeaient-ils pas la mauvaise conduction électrique intergranulaire dans les électrodes dites "fluidisées", allant même parfois jusqu'à les considérer, au moins au début, comme pouvant se comporter comme des électrodes tridimensionnelles ?
Nous avons cherché à montrer dans ce texte que, l'appareil de Gall et de Montlaur étant mis à part, l'échec industriel des cellules électrolytiques nouvellement imaginées venait prouver la validité de la théorie d'Arrhenius, sans que les inventeurs s'en soient peut-être rendus compte a posteriori. Le procédé Hulin est peut-être celui qui aurait pu continuer à avoir de l'intérêt pratique, dans la mesure où il n'y aurait pas eu de dégagement gazeux à l'électrode poreuse. Il était donc juste, l'année du centième anniversaire du dépôt de ce brevet par P.L. Hulin dont le nom est attaché par d'autres brevets à l'histoire de l'industrie électrochimique française, d'en évoquer l'existence aux lecteurs de *L'Actualité Chimique*.

RÉFÉRENCES

[1] F. Cœuret, Introducción a la Ingeniería Química, Ed. Reverté, Barcelona, **1992**.
[2] F. Cœuret, J. Appli. Electrochem., sous presse, août **1993**.
[3] A. Minet, Traité théorique et pratique d'électrochimie, Ch. Béranger, Editeur, Paris, **1900**.
[4] H. Gall et A. de Montlaur, Appareil pour l'électrolyse des solutions salines et spécialement des chlorures alcalins, brevet français n° 240.697 du 11 août **1894**.
[5] A.E. Peyrusson, Appareil électrolyseur à forme spirale, brevet français n° 259.834 du 18 septembre **1896**.
[6] A.E. Peyrusson, Perfectionnements aux appareils et procédés d'électrolyse, brevet français n° 250.954 du 14 septembre **1895**.
[7] P.L. Hulin, Procédé et appareil électrolytiques pour la séparation immédiate des produits d'électrolyse liquides ou dissous, brevet français n° 234.327 du 25 novembre **1893**, et certificat d'addition du 23 novembre **1894**.

BICENTENAIRE LAVOISIER - CONGRÈS NATIONAL DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE CHIMIE

SFC 94

LYON-VILLEURBANNE

26-30 septembre 1994

Renseignements : Société Française de Chimie, 250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris. Tél. : (1) 43.25.20.78. Fax : (1) 43.25.87.63.

Il y a cent ans...

Dans le Bulletin de la Société Chimique de Paris

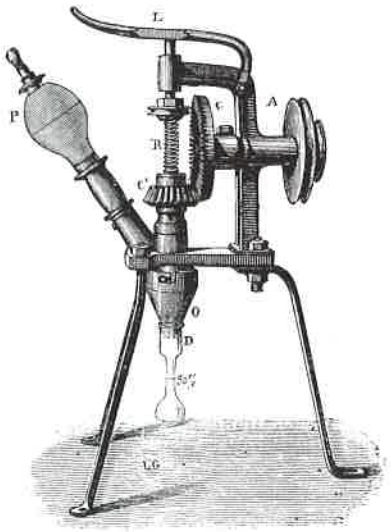
(aujourd'hui Bulletin de la Société Chimique de France)

Extrait du procès verbal de la séance du 5 juillet 1893

(Soc. Chim., 3e série, T. IX, 1893, p. 609)

M. Pellet communique les divers procédés qui peuvent mener au dosage du sucre dans les betteraves. Il se sert du procédé direct et par diffusion à froid. Pour cela, au moyen d'appareils spéciaux, la betterave est réduite en pulpe très fine dont on pèse un poids déterminé qu'on délaie dans 200 centimètres cubes d'eau et qu'on défèque directement par le sous-acétate de plomb.

Puis l'on passe à l'examen au polarimètre. Le tube dans lequel est soumis le liquide à examiner est muni, à chacune de ses extrémités, d'une tubulure garnie d'un tube en caoutchouc permettant de remplir le tube par siphonage. Le tube dans lequel on fait l'examen est de petit diamètre, et l'auteur s'est assuré que le balayage du tube était complet quand on y avait fait passer trois ou quatre fois son volume du liquide. On peut, avec un personnel de 15 à 17 personnes, faire 8 à 10,000 analyses par jour, ce qui met le prix de l'analyse à environ 3 centimes.



Appareil Hanriot pour réduire en pulpes fines les cylindres de betteraves pesées ou découpées par le couteau Pellet.

Sur le raffinage du bismuth brut, séparation de l'or, par M. Knoertzer

(Soc. Chim., 3e série, T. IX, 1893, p. 465)

M. Matthey, qui fabrique presque tous le bismuth employé en Angleterre, a cherché des méthodes pour ainsi dire plus industrielles et en a rendu compte à la Société royale de Londres.

Il arrive à débarrasser exclusivement par voie sèche le bismuth des métaux précieux, du plomb, du cuivre, de l'arsenic et de l'antimoine. Quant à enlever le tellure, dont de très petites quantités sont préjudiciables à l'emploi pharmaceutique, il n'y est pas parvenu encore.

...Le bismuth, dans quelques-unes de ses réactions caractéristiques, ressemble au plomb ; il jouit comme lui de la propriété de s'oxyder très facilement et d'être absorbé par la cendre d'os ; on pourrait donc ainsi séparer les métaux précieux ; mais, outre que le bismuth est volatil et qu'on en perdrait beaucoup, il faudrait encore réduire l'oxyde formé. L'analogie avec le plomb peut-elle être poussée plus loin et avec une addition de zinc peut-on concentrer aussi les métaux précieux ? L'expérience pour l'or prouve que oui.

On ajoute au bismuth fondu 2 0/0 de zinc fondu, on amène au rouge sombre, on brasse et laisse refroidir ; puis on écume les croûtes formées sur le bain, en répétant ce travail. Ces écumes sont formées par tout l'or, par du bismuth, du zinc, de l'oxyde de zinc et certaines impuretés du métal. La méthode a donné d'excellents résultats ; voici le détail de son application :

4,300 kilogramme de bismuth avec 1 0/0 d'impuretés et 1,658 gramme d'or, furent, après fusion, additionnés de zinc. On en retira immédiatement 4,080 kilogrammes de bismuth utilisable pour l'usage commercial et 299 kilogrammes (7,3 0/0) d'écumes qui contenaient tout l'or et le cuivre du métal traité.

Ces écumes furent reprises par l'acide nitrique de façon à oxyder tout le bismuth et à le transformer presque entièrement en azotate, en en laissant une petite quantité à l'état d'oxyde insoluble avec l'or. On dissout les azotates de bismuth et le cuivre et on effectue la séparation dans la liqueur à la manière ordinaire.

Le résidu insoluble, séché, fut fondu dans un creuset d'argile avec un peu de borax. L'oxyde de bismuth est très liquide et l'or se liquate très bien par son propre poids. De plus, l'oxyde de bismuth absorbant les autres impuretés sert d'agent de raffinage pour l'or.

On brise le creuset, on retire le culot d'or. Quant à l'oxyde de bismuth, après l'avoir refondu avec un peu de bismuth métal, pour le débarrasser des dernières traces d'or, on le réduit par du charbon.

Extrait du procès verbal de la séance du 12 juillet 1893

(Soc. Chim., 3e série, T. IX, 1893, p. 612)

M. Maquenne a repris l'étude de la miellée des feuilles de tilleul, sur laquelle M. Boussingault a déjà donné, en 1869, quelques indications. D'après cet auteur, la miellé renfermerait de la saccharose, mélangée à du sucre interverti et un peu de dextrine. M. Maquenne a reconnu que le sucre que M. Boussingault avait pris pour de la saccharose est identique à la mélézitose de la manne de Perse. Sa proportion dans la miellée brute atteindrait environ 40 0/0 de son poids total, et il a été facile d'obtenir 100 grammes de mélézitose pure en partant de 100 kilogrammes de feuilles fraîches de tilleul. Il y aurait donc là un moyen facile de se procurer ce sucre intéressant.

Sur l'ozonisation industrielle, par A.M. Villon

(Soc. Chim., 3e série, T. IX, 1893, p. 730)

Nous venons de faire construire et breveter un ozoniseur basé sur un principe entièrement nouveau : l'emploi des courants à haute tension et à grande fréquence, découverts par Tesla.

Le courant est fourni par une dynamo, il passe ensuite dans un alterneur à grande fréquence et dans une série de transformateurs ou bobines isolées avec de l'huile.

L'ozoniseur est composé d'une série de plaques en cuivre, très rapprochées, isolées ou recouvertes de tissus ou de porcelaine d'amiante. De cette façon, on ne craint pas les inégalités de verre et sa rupture sous de fortes tensions.

Suivant le nombre de plaques contenues dans un ozoniseur, on emploie des courants de 100,000 et de 150,000 volts. Cependant, il est préférable de sectionner les plaques en séries, chacune actionnée par un transformateur à huile spécial donnant 75,000 volts.

Dans ces conditions, l'ozonisation de l'air présente de graves défauts, par suite de la formation de l'acide nitreux. L'oxygène s'électrise très bien si l'on a soin, au préalable, de le refroidir et de la dessécher.

L'emploi de hautes tensions, si dangereux avec les courants ordinaires, est absolument inoffensif avec les courants à grandes fréquences, comme M. Tesla l'a démontré dans les expériences publiques qu'il a faites. On peut impunément trancher les deux fils sans ressentir de malaise.

Évaluation du pouvoir cancérogène des composés chimiques

Michel Hubert-Habart* *Chercheur à l'INSERM*

Historiquement, ce sont les observations de cliniciens perspicaces qui permirent de suspecter, dans l'apparition de cancers chez l'homme, l'intervention décisive d'habitudes de vie (usage du tabac, dès 1759...) et d'expositions régulières et parfois intenses à certains composés ou mélanges en milieu professionnel (suie, 1775 ; amines aromatiques, 1895...) ou à des agents physiques (rayonnement solaire, 1875). Cette connaissance conduisit d'emblée à des attitudes de prévention en vue d'éviter ces conditions génératrices de cancers.

Les progrès de la recherche expérimentale aidant - en particulier ceux qui menèrent à la découverte de la possibilité de reproduire chez l'animal de laboratoire ces phénomènes de cancérogénèse chimique, radiative ou virale - il devint envisageable de prévoir et non plus de constater après coup, que telle situation ou tel facteur exogène était capable de favoriser le développement de tumeurs.

Dès lors une des préoccupations majeures en santé publique a donc été et est toujours, en matière de cancérologie, de dresser la liste des composés et des mélanges chimiques cancérogènes et de les éliminer de notre environnement. L'enjeu est important puisque l'on considère que 80 à 90 % des cancers pourraient être évités par contrôle des seuls facteurs extrinsèques, en particulier chimiques, qui interviennent dans leur étiologie. Une telle tâche se révèle, cependant, beaucoup plus difficile qu'elle ne peut paraître à première vue. En effet, le nombre de substances dont il faudrait éprouver les éventuelles propriétés cancérogènes chez l'animal de laboratoire est énorme. Si l'on s'en tient aux seuls qui sont d'usage courant, c'est de quelques 60.000 à 70.000 produits dont il s'agit, auxquels il faut ajouter tous les composés nouveaux qui apparaissent régulièrement sur le marché de la consommation. Cependant l'entreprise a été abordée et nous disposons actuellement de listes où sont déjà répertoriés quelques 58 "circonstances", composés, catégories de composés, mélanges, procédés industriels de fabrication ou autres situations d'expositions responsables de la formation de cancers chez l'homme, et de quelques 257 autres fortement suspectés de l'être [1, 2, 3].

La démarche se complique encore, puisque devrait être pris en compte aussi les composés (cocancérogènes et promoteurs) qui ne sont pas cancérogènes en eux-mêmes, mais qui, mélangés à de faibles quantités de cancérogènes, potentialisent les propriétés de ces derniers.

Dès que le pouvoir cancérogène d'un composé est démontré, son élimination de notre environnement s'impose. Cependant, la situation n'est là encore pas simple. En effet, si l'on considère par exemple le benzo(a)pyrène [4] (hydrocarbure polycyclique aromatique cancérogène, pris souvent comme terme de référence des composés de sa catégorie), les techniques (en particulier de spectrométrie de fluorescence synchrone à basse température) disponibles pour en détecter la présence sont si sensibles qu'on doit le considérer comme ubiquitaire. C'est-à-dire qu'on ne peut pratiquement pas le faire disparaître complètement, et que l'on est donc obligé de définir une "dose acceptable" pour minimiser au maximum sa présence. Mais "acceptable" pour qui et dans quelles circonstances ? Autres difficultés soulevées par la connaissance même que nous acquérons progressivement des mécanismes de la cancérogénèse et de la subtile interaction des multiples facteurs endogènes et exogènes qui s'y conjuguent.

Ce cheminement dans l'affinement de "l'état des lieux" des risques cancérogènes et des applications pratiques qui peuvent en être attendues, en même temps qu'il achoppe à des difficultés qui se révèlent de plus en plus grandes, bénéficie régulièrement des nouveaux acquis de la recherche en permanente évolution. C'est ainsi, par exemple, qu'à été mis au point une série de "tests rapides" de l'évaluation du risque cancérogène - en fait du risque mutagène - des composés et des mélanges, pour répondre à la nécessité d'étudier un très grand nombre de molécules. Cette évaluation n'est, en effet, pas raisonnablement

*Institut Curie, section physique et chimie, 11, rue P. et M. Curie, 75231 Paris Cedex 05. Tél. : (1) 40.51.67.82. Fax : (1) 40.51.06.36.

envisageable à partir d'animaux de laboratoire, car elle requiert pour être significative, pour chaque composé considéré, un nombre d'animaux trop important, l'utilisation de plusieurs espèces et lignées de ceux-ci et quelques deux ans d'observation. Bien sûr la réponse apportée par ces "tests rapides" n'est plus : "tel composé est cancérogène chez l'animal donc l'est probablement chez l'homme", mais plutôt : "ce composé manifeste des propriétés mutagènes sur telle souche de bactérie, dans telles conditions, donc il est susceptible d'activité cancérogène chez l'animal et/ou chez l'homme".

Pour d'autres catégories de mesures rapides, in vitro, il est possible d'établir si un composé déterminé, mis en présence d'un système enzymatique défini, est capable de se fixer par liaison covalente sur de l'ADN, donc si il est susceptible d'être mutagène, etc. Mais il faut garder présent à l'esprit que tous les composés mutagènes ne sont pas forcément cancérogènes et inversement tous les composés qui favorisent la genèse de cancers ne sont pas mutagènes (hormones par exemple, etc.).

Alors que se poursuit le relevé systématique des produits chimiques qui ont la propriété de pouvoir participer à la genèse et au développement des maladies cancéreuses, l'apport des nouvelles observations de la recherche épidémiologique et expérimentale oblige à le compléter et à le nuancer régulièrement. Ainsi, la connaissance améliorée de ces riques permet de nous en mieux protéger.

Que devrait-on faire intervenir actuellement dans l'évaluation du pouvoir cancérogène des composés [5] et quelles sont les données complémentaires qui permettraient de définir le risque créé par l'emploi d'un agent particulier, avec le plus de nuances possibles, sinon de précision ?

Seules les études épidémiologiques peuvent fournir des données sur l'incidence et la mortalité par cancers chez l'homme. Elles permettent aussi de formuler des hypothèses sur les facteurs qui participent à l'apparition des cancers, en particulier sur la base des variations d'incidences entre les divers pays, régions et groupes sur lesquels ells portent. Les données expérimentales guident souvent la formulation de ces hypothèses.

Ces travaux épidémiologiques présentent les inconviénients d'être longs, coûteux, de mise en place délicate et de mener à des résultats dont l'interprétation requiert beaucoup de prudence, en particulier pour discerner les facteurs de confusion. Ils ont par ailleurs le défaut de constater des effets que l'on préférerait prévoir. Mais ils concernent directement l'homme. Un très bel exemple de leur pertinence est apportée par leur contribution essentielle à notre connaissance des relations tabac-cancers, maintenant et en grande partie grâce à eux, indéniables [6].

Une évolution de cette approche est offerte par la mesure du degré d'imprégnation de diverses populations par des cancérogènes, à l'aide de marqueurs moléculaires, biochimiques et génétiques [7]. Ainsi pourrions nous définir pour des groupes, voire pour des individus, leur éventuel niveau d'engagement dans la longue succession d'événements qui mènent à la cancérisation, et ainsi envisager pour eux les façons appropriées de bloquer ce processus avant qu'il ne s'achève. Il existe, en effet, des moyens très sensibles, utilisables sur un nombre très réduit de cellules facilement accessibles (des lymphocytes par exemple), de mesurer la quantité de métabolites cancérogènes (époxydes d'hydrocarbures aromatiques par exemple) fixés sur leur ADN, voire sur certaines macromolécules (hémoglobine par exemple), et ainsi de définir des groupes à risques caractérisés auprès desquels toute l'attention médicale pourrait être focalisée.

Dans ce même esprit, la mesure du pouvoir mutagène des urines pourrait être considérée. Celle, par ailleurs, de l'intensification des échanges de chromatides sœurs, de la formation d'aberrations chromosomiques ou de la présence des quantités de protéines correspondant à l'activité d'oncogènes voire d'anti-oncogènes devraient être des marqueurs à intégrer également.

Chacun de ces moyens éclaire sur le passage d'étapes différentes vers la cancérisation et suggère des interventions préventives, voire thérapeutiques.

Cependant, la définition aux niveaux génétique et moléculaire du degré d'engagement individuel dans le long processus de cancérisation soulève de nombreuses difficulté.

Le dosage par exemple des métabolites cancérogène fixés sur l'ADN (adduits) ne peut s'appliquer encore à toutes les situations. Pour un cancer aussi fréquent que celui du sein, par exemple, nous ne connaissons pas d'indicateurs moléculaires d'origines exogènes qui conviendraient au repérage de sa phase "d'initiation".

Tous les tissus ne sont pas aussi accessibles que le sang périphérique et ses éléments pour fournir les spécimens indispensables à ces mesures. De plus, l'intensité de "marquage" des lymphocytes, par exemple, ne reflète pas toujours celle d'autres tissus pour lesquels on aimerait connaître leur degré d'exposition à un facteur cancérogène déterminé.

- Le bilan des essais effectués sur différentes espèces et lignées d'animaux, d'âges variés, des deux sexes, et exposés aux composés considérés par différentes voies, demeure indispensable. La prise en considération de paramètres multiples augmentent bien sûr la qualité de l'information qui peut être tirée de ce type de travaux, mais en augmentent aussi singulièrement les difficultés et le coût. Rappelons, à ce propos, que la quasi-totalité des composés chimiques que l'on sait être cancérogènes chez l'homme, le sont aussi chez l'animal. La démonstration expérimentale chez l'animal ayant été apportée préalablement (aflatoxine, bis(chlorométhyl)éther, chlorure de vinyle...) ou consécutivement (hydrocarbures polycyclique, naphtylamine...) à l'observation clinique et/ou épidémiologique, de leur effet cancérigène chez l'homme.
- Les études effectuées sur cellules en culture, avec ou sans addition d'enzymes de métabolisation, pour cerner la capacité de l'éventuel pouvoir transformant des composés auxquelles elles sont exposées, apportent aussi des renseignements intéressants. Ces techniques sont moins lourdes que les essais in vivo, mais l'extrapolation des résultats auquels elles conduisent au cas de l'homme est évidemment plus aléatoire, encore que l'emploi de cellules humaines en culture pourrait prétendre à un rapprochement plus justifié avec ce qui se passe chez l'homme. Ces "modèles" souffrent cependant de leur caractère réductionniste lié entre autres à l'absence des systèmes hormonaux et de défense immunitaire.
- La mesure des potentialités mutagènes sur différents systèmes cellulaires, voire celle de la capacité de fixation des substances à tester, ou de celle de leurs métabolites, sur les molécules d'ADN in vitro, apportent au niveau moléculaire des indications complémentaires très précieuses.

De nombreux essais d'évaluation rapide du pouvoir mutagène des composés et mélanges ont été mis au point. Leur avantage est d'être facilement réalisable, cependant ils n'indiquent qu'un effet génotoxique et sont loin de répondre au besoin de connaître le plus complètement possible les facteurs qui favorisent la formation de cancers. 65 % seulement des cancérogènes connus se sont révélés mutagènes dans le test le plus couramment utilisés pour ces mesures rapides (test de Ames).

- Le profil métabolique des composés est aussi une donnée qui s'imposera de plus en plus. En effet, on sait, par exemple, que le 2-acétylaminofluorène qui est cancérogène pour la plupart des espèces animales chez lesquelles il a été étudié, ne l'est pas chez le cobaye. En fait, ce dernier métabolise de façon quelque peu différente ce composé prévenant la formation du métabolite (le dérivé N-hydroxylé) responsable de l'action cancérogène. Rappelons que le 2-acétylaminofluorène devait être employé extensivement comme insecticide, mais qu'il ne l'a pas été à la suite des études toxicologiques qui ont établi son action cancérogène chez l'animal, et qu'il a été vérifié ultérieurement que l'homme possède l'équipement enzymatique qui aurait permis sa métabolisation en cancérogène. Ceci illustre bien l'intérêt immédiat de ce type de recherche en cancérologie. L'une des difficultés rencontrées dans la classification des composés en cancérogènes (ou probablement tels) et non-cancérogènes est le manque de précision quantitative du risque relatif attaché à chacun d'entre eux. Il existe bien des expériences comparatives, réalisées sur espèces animales définies, dans des conditions standards, où il a pu être montré, par exemple, qu'il fallait 1 000 fois moins d'aflatoxine B1 que de 2-acétylaminofluorène pour provoquer le même effet cancérogène chez le rat [8]. Mais ces données sont difficilement transposables au cas de l'homme, trop de paramètres sont à prendre en considération pour généraliser de telles comparaisons limites. Les voies d'administration, de pénétration des molécules exogènes, les capacités de transformation et d'élimination de celles-ci par les individus exposés, la fixation des cancérogènes ultimes sur le matériel cellulaire et la durée de celle-ci, comme le comportement particulier de l'organisme, de l'organe, du tissu et des cellules, interviennent en effet dans tous les phénomènes de cancérisation, à des degrés d'importances relatives encore insuffisamment connus.

Plusieurs organismes nationaux et internationaux se sont donnés pour mission de recenser les composés, les mélanges, les activités industrielles et les habitudes cancérogènes, et publient régulièrement les résultats de leurs enquêtes et travaux. En France en particulier, le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC, ou IARC : International Agency for Research on Cancer), à Lyon, édite régulièrement depuis 1972 des monographies (en anglais) où sont analysés de façon critique tous les travaux qui portent sur la recherche des propriétés cancérogènes de composés chimiques définis comme de mélange complexes, et dresse la liste de ceux qui doivent être considérés comme indiscutablement, certainement ou probablement cancérogènes pour l'homme. Ce long et patient travail de compilation, de prise de position d'experts et d'évaluation et de réactualisation est une œuvre particulièrement utile pour la communauté scientifique et pour tous ceux qui doivent légiférer. Elle comprend actuellement plus de cinquante volumes [1] (*cf.* article suivant dans ce numéro).

Cette double nécessité de recenser progressivement tous les risques de cancérogénicité et de réviser régulièrement la façon d'appréhender cette mesure de risque, oblige à la fois à la continuité et au renouvellement. Ce souci d'intégrer les progrès conceptuels et techniques, dès qu'ils sont disponibles, et ainsi d'améliorer encore les possibilités de prévention des maladies cancéreuses anime tous les organismes spécialisés et les responsables de la législation en matière de protection de l'environnement humain [9].

RÉFÉRENCES

[1] IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to human, volumes 1 à 54, International Agency for Research on Cancer, Lyon, France, 1972 à 1992.

[2] M. Hubert-Habart, G. Menichi, Réflexions sur la cancérogénèse chimique, *L'Actualité Chimique*, **1981**, *8*, 7-16.

[3] A. Picot, Risques liés à la manipulation des produits cancérogènes, *L'Actualité Chimique*, **1983**, *3*, 25-40.

[4] M.R. Osborne, N.T. Crosby, Benzopyrenes, Cambridge Monographs on Cancer Research, Cambridge University Press, Cambridge, **1987**, 329.

[5] C.C. Harris, Chemical and physical carcinogenesis : advances and perspectives for the 1990s, Cancer Research. (suppl.), **1991**, *51*, 5023s-5044s.

[6] M. Hubert-Habart, B. Kobel, Tabac et cancers : acquis et perspectives, *L'Actualité Chimique*, **1991**, *6*, 403-417.

[7] F.P. Perera, Molecular epidemiology : a new tool in assessing risks of environmental carcinogens, *CA-A Cancer Journal for Clinicians*, **1990**, *40*, 5, 277-288.

[8] T.H. Maugh, How dangerous are low doses, *Science*, **1978**, *202*, 37-41.

[9] D. Hanson, EPA plans more flexible guidelines to assess cancer risk from chemicals, *Chemistry and Enginering News*, **1992**, *21*, 13-14.

L'ACTUALITÉ CHIMIQUE ORGANISE UNE DEMI-JOURNÉE D'ÉTUDE

LA SÉCURITÉ DANS LES LABORATOIRES

le vendredi 10 décembre de 9 h à 12 h 30

dans le cadre du Salon du Laboratoire, salle 5 A, Parc des Expositions, Paris-Nord Villepinte.

Renseignements : G. Perreau, SFC, 250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris. Tél. : (1) 43.25.20.78. Fax : (1) 43.25.87.63.

Sécurité et prévention

II - Risques liés à la manipulation des produits cancérogènes

D - Liste réactualisée des produits génotoxiques (CIRC, Lyon) et réglementation française sur les produits cancérogènes

André Picot *, Jean-Claude Zerbib, Marcel Castegnaro*****

L'état des connaissances sur les produits à activité génotoxique progresse régulièrement, aussi bien au niveau des mécanismes moléculaires impliqués dans la cancérogénèse que par les résultats de l'expérimentation animale et des enquêtes épidémiologiques.

De ce fait, l'évaluation globale des produits cancérogènes, effectuée début 1993 par le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC de Lyon) [1], et la mise en place de réglementations, tant françaises qu'européennes, apportent suffisamment d'éléments nouveaux pour réactualiser le document II-B sur les risques liés à la manipulation des produits cancérogènes paru dans *L'Actualité Chimique* de janvier-février 1989 [2].

Dès 1977, le groupe d'experts scientifiques du CIRC établit un document de critères sur l'évaluation de la cancérogénicité chez l'animal et chez l'Homme [3]. Ce document de critères a subi des révisions majeures en 1987 [4] et 1993 [5] avec plusieurs étapes intermédiaires.

La liste des principaux produits génotoxiques utilisés dans les laboratoires, parue dans *L'Actualité Chimique* début 1989 [2] reprend les données collectées dans le supplément n°7 des 42 monographies de synthèse du CIRC et publié en 1987 [6].
Début 1993, une nouvelle liste réactualisée a été publiée qui prend en compte les mécanismes de cancérogénèse [5,7]. Elle collecte les données des 57 volumes des monographies diffusées à ce jour et qui concernent les 764 agents déjà évalués (produits chimiques, groupes de produits, mélanges complexes, expositions professionnelles et habitudes sociales).
Comme dans la classification précédente, tous ces agents sont regroupés dans cinq catégories :

Groupe 1
L'**agent** (ou le **mélange** ou les **conditions d'exposition**) **est cancérogène pour l'Homme**. Les conditions d'exposition impliquent un risque cancérogène pour l'Homme.

Groupe 2

Groupe 2A
L'**agent** (ou le **mélange** ou **les conditions d'exposition**) **est probablement cancérogène pour l'Homme**. Les conditions d'exposition impliquent un risque cancérogène probable pour l'Homme.
Groupe 2B
L'**agent** (ou le **mélange** ou **les conditions d'exposition**) **est un cancérogène possible pour l'Homme**. Les conditions d'exposition impliquent un risque cancérogène possible pour l'Homme.

Groupe 3
L'**agent** (ou le **mélange ou les conditions d'exposition**) **ne peut être classé du point de vue de son pouvoir cancérogène éventuel chez l'Homme**.

Groupe 4
L'**agent n'est probablement pas cancérogène pour l'Homme**.

Remarque :
Dans les listes ci-après, les dates entre parenthèses correspondent à la date d'évaluation ou de réévaluation depuis la publication du supplément n°7 des monographies (1988).
Pour le groupe I, la mention (TMP) correspond au tableau français de "maladie professionnelle" accompagnée du numéro du tableau dans le cas du régime général d'assurance maladie.

*UPS 831 Prévention du Risque Chimique, ICSN, CNRS, 91198 Gif sur Yvette Cedex. Tél. : (1) 69.82.30.65. Fax : (1) 69.07.72.47.
**CEA-DSCE/AST, Saclay, 91191 Gif- sur -Yvette Cedex. Tél. : (1) 69.08.57.16. Fax : (1) 69.08.75.33.
***Centre International de Recherche sur le Cancer, 150, cours Albert Thomas, 69372, Lyon Cedex 08. Tél. : 72.73.84.85. Fax : 72.73.85.75.

LISTE DES PRODUITS GÉNOTOXIQUES CLASSÉS PAR LE CIRC

Groupe 1 : cancérogène pour l'Homme (58)

1 - Produits chimiques et groupes de produits chimiques (34)

-Aflatoxines (1993)
-4-Aminobiphényle (*TMP 15*)
-Amiante (*TMP 30*)
-Arsenic et composés de l'arsenic[a] (*TMP 20 et 20bis*)
-Azathioprine
-Benzène (*TMP 4*)
-Benzidine (*TMP 15*)
-N,N-Bis(2-Chloroéthyl)-2-naphtylamine (chlornaphazine) (*TMP 15*)
-Bis (Chlorométhyl)éther et chlorométhyl méthyléther (qualité technique) (*TMP 81*)
-Chlorambucil
-1-(2-Chloroéthyl)-3-(4-méthylcyclohexyl)-1-nitrosourée (méthyl CCNU)
-Chlorure de vinyle (*TMP 52*)
-Ciclosporine (1990)
-Composés du nickel (1990) *(très partiellement TMP 37ter)*
-Composés du chrome hexavalent (Cr^{VI}) (1990) (*TMP 10 ter*)
-Cyclophosphamide
-Diéthylstilboestrol (DES)
-Diméthanesulfonate de butane-1,4-diol (Myleran)
-Érionite
-Gaz moutarde (moutarde au soufre) [sulfure de bis(2-chloroéthyle)]
-Melphalan
-8-Méthoxypsoralène et radiations UV
-MOPP (protocole de chimiothérapie) et autres associations en chimiothérapie incluant les agents alkylants
-2-Naphtylamine (*TMP 15*)
-Œstrogènes non stéroïdiens[a]
-Œstrogènes stéroïdiens[a]
-Œstrogénothérapie substitutive
-Pilules contraceptives en association[b]
-Pilules contraceptives séquentielles
-Radiations solaires (1992)
-Radon et ses produits de désintégration (1988) (*TMP 6*)
-Talc contenant des fibres asbestiformes
-Thiotépa
-Tréosulfan

2 - Mélanges (11)

-Chique de bétel contenant du tabac
-Boissons alcoolisées (1988)
-Brai de goudron de houille (*TMP 16 bis*)
-Fumées de tabac
-Goudrons de houille (*TMP 16 bis*)
-Huiles minérales non traitées ou partiellement traitées (*TMP 36 bis*)
-Mélanges analgésiques contenant de la phénacétine
-Poissons salés (méthode chinoise) (1993)
-Tabac et dérivés non fumés
-Schistes bitumeux
-Suies (*TMP 16 bis et 36 bis*)

3 - Circonstances d'exposition ou expositions (13)

-Exposition à des aérosols d'acides inorganiques forts dont le mélange contient de l'acide sulfurique (1992)
-Exposition professionnelle aux peintures (1989)
-Fabrication de l'auramine (*TMP 15*)
-Fabrication de l'isopropanol (procédé à l'acide fort)
-Fabrication des meubles (*TMP 47*)
-Fabrication du magenta (1993) (*TMP 15*)
-Fabrication et réparation des chaussures et des bottes
-Fonderies de fer et d'acier
-Gazéification du charbon (*TMP 16 bis*)
-Industrie du caoutchouc (*partiellement TMP 4 et 15*)
-Mines d'hématites souterraines avec exposition au radon (*TMP 6*)
-Production de l'aluminium (*TMP 16 bis*)
-Production du coke (*TMP 16 bis*)

[a] Cette évaluation correspond à un groupe de produits dans son ensemble et pas nécessairement à chacun des produits du groupe pris individuellement, ainsi l'arsenic en tant qu'élément (non métal) n'est pa cancérogène

[b] Il y a aussi une évidence certaine que ces produits ont une action protectrice contre les cancers ovariens et de l'endomètre.

Groupe 2A: cancérogène probable pour l'Homme (52)

1 - Produits chimiques et groupes de produits chimiques (44)

-Acrylonitrile
-Adriamycine[c]
-Azacytidine[c] (1990)
-Benz[a]anthracène[c]
-Benzo[a]pyrène (B(a)P)[c]
-Béryllium et composés du béryllium
-Bischloroéthylnitrosourée (BCNU)
-Bromure de vinyle
-Buta-1,3-diène (1992)
-Cadmium et composés du cadmium
-Captafol[c] (1991)
-Chloramphénicol[c] (1990)
-1-(2-Chloroéthyl)-3-cyclohexyl-1-nitrosourée[c] (CCNU)
-*Para*-Chloro-*ortho*-toluidine et ses sels d'acides forts (1990) (*TMP 15*)
-Chlorozotocine[c] (1990)
-Chlorure de diméthylcarbamoyle
-Cisplatine[c]
-Colorants à base de benzidine (*TMP 15*)
-Dibenz[a,h]anthracène
-1,2-dibromoéthane[c]
-Épichlorhydrine[c]
-N-Éthyl-N-nitrosourée[c] (*TMP 85*)
-Formaldéhyde
-IQ (2-Amino-3-méthylimidazo[4,5-F] quinoléine)[c] (1993)
-5-Méthoxypsoralène[c]
-4,4'-Méthylène bis (2-chloroaniline) (MOCA)(1993) (*TMP 15*)
-N-Méthyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine (MNNG)[c] (*TMP 85*)
-N-Méthyl-N-nitrosourée (MNU)[c] (*TMP 85*)
-Moutarde à l'azote
-N-Nitrosodiéthylamine[c]
-N-Nitrosodiméthylamine[c]
-Oxyde d'éthylène

-Oxyde de propylène[c]
-Oxyde de styrène[c]
-Phénacétine
-Phosphate de Tris(2,3-dibromopropyle)[c]
-Procarbazine (chlorhydrate)[c]
-Radiations ultraviolettes A (1992)
-Radiations ultraviolettes B (1992)
-Radiations ultraviolettes C (1992)
-Silice cristallisée
-Stéroïdes androgènes anabolisants
-Sulfate de diéthyle
-Sulfate de diméthyle[c]

[c] L'évaluation globale qui tient compte des autres données a permis de le reclasser de 2B à 2A.

2 - Mélanges (5)

-Créosotes
-Gaz d'échappement de moteur Diesel (1989)
-Insecticides non arsénicaux (expositions professionnelles : pulvérisations et applications) (1991)
-Maté chaud (1991)
-Polychlorobiphényles (PCB)

3 - Expositions (3)

-Coiffeurs ou barbiers (exposition durant le travail) (1993)
-Lampes de bronzage (1992)
-Raffinage du pétrole (exposition professionnelle) (1989)

Groupe 2B : cancérogène possible pour l'Homme (205)

1 - Produits chimiques et groupes de produits chimiques

-A-α-C (2-Amino-9H-pyrido [2,3-b] indole)
-Acétaldéhyde
-Acétamide
-Acide caféique (1993)
-Acide chlorendique (1990)
-Acide nitrilotriacétique et ses sels (1990)
-Acrylamide
-Acrylate d'éthyle
-AF-2 [2-(2-Furyl)-3-(5-nitro-2-furyl)] acrylamide
-Aflatoxine M1 (1993)
-*para*-Aminoazobenzène
-*ortho*-Aminoazotoluène
-2-Amino-5-(5-nitro-2-furyl)-1,3,4-thiadiazole
-Amitrole
-*ortho*-Anisidine
-Aramite®
-Atrazine[d]
-Auramine (qualité technique) (*TMP 15*)
-Azasérine
-Benzo[b]fluoranthène
-Benzo[j]fluoranthène
-Benzo[k]fluoranthène
-Benzyl violet 4B
-Bléomycines[d]
-Bleu direct CI-15 (1993)
-Bleu dispersé 1
-Bleu HC N°1 (1993)
-Bleu Trypan
-Bromodichlorométhane
-Bromate de potassium
-Butylhydroxyanisole (ter-butylhydroxyanisoles) (BHA)
-β-Butyrolactone
-Chlordane (1991)[t]
-Chlordécone (Képone)
-*para*-Chloroaniline (1993) (*TMP 15*)
-Chloroforme
-Chlorophénols
-4-Chloro-*ortho*-phénylènediamine (*TMP 15*)
-α-Chlorotoluènes
-Cobalt et composés du cobalt
-Complexes fer-dextran
-*para*-Crésidine (*TMP 15*)
-Cycasine
-Dacarbazine
-Dantron (Chrysazine; 1,8-Dihydroxyanthraquinone) (1990)
-Daunomycine
-DDT [p-p'-DDT] (1991)
-N,N'-Diacétylbenzidine (*TMP 15*)
-2,4-Diaminoanisole
-4,4'-Diaminodiphényléther
-2,4-Diaminotoluène
-Dibenz[a,h]acridine
-Dibenz[a,j]acridine
-7H-Dibenzo[c,g]carbazole
-Dibenzo[a,e]pyrène
-Dibenzo[a,h]pyrène
-Dibenzo[a,i]pyrène
-Dibenzo[a,l]pyrène
-1,2-Dibromo-3-chloropropane
-*para*-Dichlorobenzène
-3,3'-Dichlorobenzidine (*TMP 15*)
-3,3'-Dichloro-4,4'-diamino diphényléther
-1,2-Dichloroéthane
-Dichlorométhane
-1,3-Dichloropropène (qualité technique)
-Dichlorvos (1991)
-Diépoxybutane
-1,2-Diéthylhydrazine
-Diglycidyl résorcinol éther
-Dihydrosafrole
-3,3'-Diméthoxybenzidine (*ortho*-Dianisidine) (*TMP 15*)
-*para*-Diméthylaminoazobenzène
-*trans*-2-[(Diméthylamino) méthylimino]-5-[2-(5-nitro-2-furyl)
-vinyl]-1,3,4-oxadiazole
-2,6-Diméthylaniline (2,6-xylidine) (1993) (*TMP 15*)
-3,3'-Diméthylbenzidine (*ortho*-Tolidine) (*TMP 15*)
-Diméthylformamide (DMF) (1989)
-1,1-Diméthylhydrazine
-1,2-Diméthylhydrazine
-1,6-Dinitropyrène (1989)
-1,8-Dinitropyrène (1989)
-1,4-Dioxane
-Extraits de noir de carbone
-Éthylène thiourée
-Fibres céramiques
-Fougères arborescentes (fougères aigles ou *Ptéridium Aquilinum*)
-2-(2-Formylhydrazino)-4-(5-nitro-2-furyl)thiazole
-Glu-P-1 (2-Amino-6-méthyldipyrido [1,2-a:3',2'-d] imidazole)
-Glu-P-2 (2-Aminodipyrido[1,2-a:3',2'-d] imidazole)
-Glycidaldéhyde
-Griséofulvine
-Heptachlore (1991)
-Herbicides chlorophénoxy (2,4-D et 2,4,5-T)

-Hexachlorobenzène
-Hexachlorocyclohexanes (HCH)
-Hexaméthylphosphoramide (HMPT)
-Huile orange SS
-Hydrazine
-Indéno[1,2,3-cd]pyrène
-Laine de laitier (1988)
-Laine de roche (1988)
-Laine de verre (1988)
-Lasiocarpine
-Magenta (contenant du rouge basique CI-9) (1993) (*TMP 15*)
-MeA-α-C (2-Amino-3-méthyl-9H-pyrido[2,3-b]indole)
-Médroxyprogestérone (acétate)
-MeIQ (2-Amino-3,4-diméthylimidazo [4,5-F]quinoléine) (1993)
-MeIQx (2-Amino-3,8-diméthylimidazo [4,5-F]quinoxaline) (1993)
-Melphalan (moutarde de phénylalanine)
-Méthanesulfonate d'éthyle
-Méthanesulfonate de méthyle
-2-Méthylaziridine
-Méthylazoxyméthanol (acétate)
-5-Méthylchrysène
-4,4'-Méthylène bis(2-méthylaniline) (*TMP 15*)
-4,4'-Méthylènedianiline (*TMP 15*)
-2-Méthyl-1-nitroanthraquinone (pureté indéterminée)
-N-Méthyl-N-nitrosouréthane
-Méthylthiouracile
-Métronidazole
-Mirex
-Mitomycine C
-Monocrotaline
-5-(Morpholinométhyl)-3-[(5-nitrofurfurylidène)amino]-2-oxazolidinone
-Moutarde à l'uracile
-Nafénopine
-Nickel métal (1990)
-Niridazole
-5-Nitroacénaphtène
-6-Nitrochrysène
-Nitrofène (qualité technique)
-2- Nitrofluorène (1989)
-1-[(5-Nitrofurfurylidène)amino]-2-imidazolidinone
-N-[4-(5-Nitro-2-furyl)-2-thiazolyl]acétamide
-2-Nitropropane
-1-Nitropyrène (1989)
-4-Nitropyrène (1989)
-N-Nitrosodibutylamine
-N-Nitrosodiéthanolamine
-N-Nitrosodipropylamine
-3-(N-Nitrosométhylamino) propionitrile
-4-(N-Nitrosométhylamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanone (NNK)
-N-Nitrosométhyléthylamine
-N-Nitrosométhylvinylamine
-N-Nitrosomorpholine
-N'-Nitrosonornicotine
-N-Nitrosopipéridine
-N-Nitrosopyrrolidine
-N-Nitrososarcosine
-N-Oxyde de la moutarde à l'azote
-Ochratoxine A (1993)
-Panfuran S (contenant de la dihydroxyméthylfuratrizine)
-Pentachlorophénol (1991)
-Phénazopyridine (chlorhydrate)
-Phénobarbital
-Phénoxybenzamine (chlorhydrate)
-Phénylglycidyléther (1989)
-*ortho*-Phénylphénate de sodium
-Phénytoine
-PhIP(2-Amino-1-méthyl-6-phénylimidazo[4,5-b]pyridine) (1993)
-Phtalate de di(2-éthylhexyle)
-Plomb et composés inorganiques du plomb
-Ponceau MX
-Ponceau 3R
-Progestérone(s)
-1,3-Propane sultone
-β-Propiolactone
-Propylthiouracile
-Rouge acide CI-114 (1993)
-Rouge basique CI-9 (1993)
-Rouge citrus n°2
-Saccharine
-Safrole
-Stérigmatocystine
-Streptozotocine
-Styrène[d]
-Sulfallate
-Sulfate de diisopropyle (1992)
-2,3,7,8-Tétrachlorodibenzo-*para*-dioxine (TCDD)
-Tétrachloroéthylène
-Tétrachlorure de carbone
-Thioacétamide
-4,4'-Thiodianiline (*TMP 15*)
-Thiourée
-Toluène diisocyanates
-*ortho*-Toluidine (*TMP 15*)
-Trichlorométhine (chlorhydrate de Trimustine) (1990)
-Trioxyde d'antimoine (1989)
-Trp-P-1(3-Amino-1,4-diméthyl-5-H-pyrido[4,3-b]indole)
-Trp-P-2(3-Amino-1-méthyl-5-H-pyrido[4,3-b]indole)
-Uréthane (carbamate d'éthyle)

2 - Mélanges (13)

-Biphényles polybromés (PBB)
-Bitumes, extraits de bitumes raffinés à la vapeur et à l'air
-Carraghénane, produits de dégradation carbonée
-Chloroparaffines de chaîne moyenne en C_{12} et de taux de chloration moyen de 60% (1990)
-Café (cancer vésical)[e] (1991)
-Diesel marin[d] (diesel pour moteur à faible ou moyenne vitesse) (1989)
-Fuel épais (résidus lourds) (1989)
-Gaz d'échappement de moteurs à essence (1989)
-Essence auto[d] (1989)
-Fumée de soudage (1990)
-Légumes marinés dans le vinaigre (traditionnel en Asie) (1993)
-Toxaphène (polychlorocamphènes)
-Toxines isolées du Fusarium Moniliforme (1993)

[d] L'évaluation globale qui tient compte des autres données, a permis de reclasser le produit de 3 à 2B.

[e] Il y a quelques évidences d'une relation inverse entre l'absorption de café et le cancer du gros intestin. Le café ne peut être classé comme un cancérogène, sauf pour la vessie.

3 - Expositions (2)

-Charpenterie et menuiserie (TMP 47)
-Manufacture des textiles (travaux dans), (1990)

Groupe 3 : non classable comme cancérogène éventuel chez l'Homme

448 produits chimiques ou groupes de produits chimiques sont classés dans le groupe 3.
Parmi ceux-ci, il est possible de citer quelques exemples de produits utilisés en laboratoire.
-1-Naphtylamine
-1 Naphtylthiourée (ANTU)
-1,1,1-Trichloroéthane
-4-Nitrobiphényle
-4-Vinylcyclohexane
-8-Hydroxyquinoléine
-Acide acrylique
-Acide chlorhydrique
-Acide tannique et tannins
-Orangé d'acridine
-Acroléine
-Anhydride sulfureux (1992)
-Anhydride succinique
-Aniline
-Anthracène
-Aziridine
-Azobenzène
-Bisulfites alcalins
-Carbazole
-Catéchol
-Chlorite de sodium
-Chlorure de benzoyle
-Cholestérol
-Chrome métallique (1990)
-Chrome trivalent (sels)
-Composés organiques du plomb
-Cyclohexanone
-d-Limonène
-Diazométhane
-Dichloroacétylène
-Eau oxygénée
-Éosine
-Éthylène
-Eugénol
-Fluorures inorganiques utilisés pour la fluoration des eaux
-Furosémide
-Gyrométrine
-Hydroquinone
-Hypochlorites alcalins
-Iodure de méthyle
-Isopropanol
-Malathion
-Métabisulfites alcalins
-Méthylglyoxal
-Morpholine
-*para*-Benzoquinone
-Paracétamol
-Parathion
-Patuline
-Polyéthylène (1990)
-Propylène
-Quercétine
-Résorcinol
-Réserpine
-Rhodamine B
-Sélénium et composés du sélénium
-Semicarbazide (chlorhydrate)
-Silice amorphe
-Styrène-butadiène copolymère
-Sulfites (1992)
-Talc ne contenant pas de fibres asbestiformes
-Théobromine
-Théophylline
-Thiouracile
-Thiram
-Toluène (1989)
-Trichloroéthylène
-etc.

Groupe 4 : probablement pas cancérogène pour l'Homme

-Caprolactame

RÉGLEMENTATION FRANÇAISE DES PRODUITS CANCÉROGÈNES

Les cancérogènes font leur entrée dans le code du travail

C'est le 14 mai 1985 que l'on parlait pour la première fois, à un niveau officiel, des cancérogènes professionnels. Ce n'était certes qu'une *circulaire* du ministère du Travail, mais elle était publiée au *Journal Officiel* et son propos était clair :

- d'une part, l'atteinte professionnelle était estimée en France à *quelques milliers de décès par an,*

- d'autre part, une liste de substances ou de procédés cancérogènes était dressée et des valeurs moyennes d'exposition (VME) étaient proposées pour 8 produits de la liste.
D'autres circulaires devaient suivre et compléter la liste des indicateurs de risques amorcée en mai 1985.

Le premier pas réglementaire

Une directive européenne du 9 juin 1988 a invité les états membres de la Communauté à interdire le "droit d'entrée" en entreprise à quatre produits cancérogènes : 4-aminobiphényle, benzidine, 2-naphtylamine, 4-nitrobiphényle. Après hésitation, car le ministère du Travail n'est pas acquis à l'idée du bannissement, un décret du 28 août 1989 réglemente très sévèrement, sans toutefois les exclure définitivement, ces quatre produits cancérogènes.

L'entrée officielle dans le code du travail

Plusieurs substances cancérogènes ont déjà fait l'objet de décrets spécifiques comme ceux relatifs au chlorure de vinyle, à l'amiante ou au benzène par exemple.

Cette fois, il s'agit d'une modification de portée générale. En effet, le décret 92-1261 du 3 décembre 1992 a modifié le code du travail en matière de "prévention du risque chimique".
Les substances ou préparations dangereuses peuvent, dans certains cas, entrer dans la catégorie des cancérogènes, c'est-à-dire des "substances et préparations qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peuvent produire le cancer ou en augmenter la fréquence". (Article R 231-51).
C'est l'étiquetage qui désigne explicitement le caractère cancérogène d'une substance.
Dans ce cas, des "règles particulières de prévention du risque cancérogène" doivent être mises en œuvre. (Article R231-56 et Article L231-6 du 14 mars 1988 : liste des substances et procédés cancérogènes).
En plus de l'*étiquetage* des produits, l'employeur est tenu d'évaluer la nature, le degré et la durée de l'exposition des travailleurs. Cette évaluation doit être renouvelée régulièrement et les éléments de cette appréciation tenus à la disposition des membres du CHSCT (Comité d'Hygiène et de Surveillance des Conditions de Travail), du médecin du travail, de l'inspecteur du travail et des agents des services de prévention.
Toutes les voies d'atteintes doivent être considérées :
- l'inhalation, l'ingestion mais également l'exposition cutanée (contacts ou projections de la substance cancérogène).
L'employeur est tenu de réduire l'utilisation des agents cancérogènes en les remplaçant par d'autres substances moins dangereuses ou en modifiant le procédé et ses conditions d'emploi si c'est techniquement possible.
L'inspecteur du travail peut demander à l'employeur le résultat de ses évaluations.
Si le remplacement de la substance cancérogène s'avère techniquement impossible, l'employeur doit alors mettre en œuvre une production ou une utilisation dans un *système clos*.
Si ce système est impossible, l'employeur doit réduire l'exposition à un niveau réduit aussi bas que possible.
Si la substitution d'un produit cancérogène par un produit chimique moins dangereux n'a pas été possible, l'employeur doit mettre en œuvre diverses mesures visant à réduire ou annuler l'exposition aux risques pour les travailleurs. Ces dispositions portent tant sur la réduction du nombre de personnes exposées ou les méthodes mises en œuvre, que sur la signalisation du risque ou la collecte et l'évacuation des déchets.
Parallèlement, les *opérations d'entretien* qui nécessitent généralement la "mise à l'air" des systèmes clos, posent des problèmes qui sont soulevés de manière explicite par les nouveaux articles du code du travail (R 231-56-6).
Comme pour les risques provoqués par les rayonnements ionisants, un travailleur ne peut être affecté à des travaux l'exposant à un agent cancérogène que si la "fiche d'aptitude" le concernant ne présente pas de contre-indication.
Cette fiche qui n'est valable que 6 mois doit être renouvelée après examen par le médecin du travail.
Si le travailleur cesse d'être exposé à un agent cancérogène ou part en retraite, le service médical du travail de son entreprise doit conserver son dossier médical durant ***40 ans***. (Article R231-56-11 IV).

Le cas des procédés cancérogènes

Si les produits peuvent être étiquetés comme tels, il reste posé le problème des *procédés cancérogènes*. Compte tenu des "règles particulières de prévention du risque cancérogène" qui viennent de constituer l'article R 231-56 du code du travail, il devient nécessaire de désigner par voie d'arrêté ces procédés.
C'est ce qui vient d'être fait (arrêté du 5 janvier 1993 - *JO* du 19/02/93) pour quatre familles de procédés. Il s'agit :
- de la fabrication de l'auramine[1],
- des travaux exposant aux hydrocarbures polycycliques aromatiques présents dans la suie, le goudron, la poix, la fumée ou les poussières de houille[2],
- des travaux exposant aux poussières, fumées et brouillards produits lors du grillage et de l'électroraffinage des mattes de nickel[3],
- du procédé à l'acide fort dans la fabrication d'alcool isopropylique.
La liste des travaux impliquant un risque cancérogène (arrêté du 5 janvier 1993) reste cependant très modeste au regard des évaluations effectuées par les groupes de travail du CIRC.

La voie est désormais ouverte

Il est nécessaire de poursuivre la publication, par voie d'arrêté, des travaux qui ont fait et feront l'objet des circulaires "cancer".
Parmi les travaux déjà recensés comme étant cancérogènes, on peut noter :
- la production d'anhydride arsénieux[3],
- la fabrication ou le conditionnement de l'acide, chromique, des chromates et bichromates alcalins[3],
- la fabrication du chromate de zinc[3].
Ces travaux provoquent des cancers bronchiques qui font d'ailleurs l'objet des tableaux de maladies professionnelles n°20 bis et 10 ter.
D'une manière générale, il serait judicieux de regrouper en un seul document tous les textes concernant les produits et procédés cancérogènes.
Pour tous les utilisateurs potentiels, ceci devrait permettre de clarifier la situation.
[1] Circulaire du 20 novembre 1986.
[2] Circulaire du 12 mai 1986.
[3] Circulaire du 14 mai 1985.

Nous tenons à remercier Henri Pézerat (CNRS, Laboratoire de réactivité de surface et structure, Université Pierre et Marie Curie, 75005 Paris), le docteur B. Fontaine (Comité pour le Développement de la Médecine du Travail , 59000 Lille) pour sa coopération et Madame Josyane Guéry (UPS 831, Prévention du Risque Chimique, 91198 Gif-sur-Yvette) pour sa participation.

RÉFÉRENCES

[1] IARC, IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Lists of Evaluations IARC, Lyon, **1993**.
[2] Risques liés à la manipulation des produits cancérogènes, *L'Actualité Chimique* n°1, janvier-février **1989**, p 12-27.
[3] IARC, IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks of Chemicals to Humans. Preamble (IARC Inter. Tech. Rep. n° 77/002) IARC, Lyon, **1977**.
[4] IARC, IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Preamble (IARC Inter. Tech. Rep. N° 8/001) IARC, Lyon, **1987**.
[5] IARC, IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Preamble, IARC, Lyon, **1993**.
[6] IARC, IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Overall Evaluations of Carcinogenicity : An updating of IARC Monographs Volumes 1 to 42. Supplément 7. IARC, Lyon, **1987**.
[7] Vainio, H., Magee, P., McGregor, D.& McMichael, A., eds. Mechanisms of Carcinogens in risk identification (IARC Scientific Publications n°116), IARC, Lyon, **1992**.

EN BREF

RECOMMANDATIONS POUR L'ÉTIQUETAGE DU CHLORATE DE SODIUM

A la suite du décès d'un jeune de 17 ans survenu alors qu'il mélangeait du chlorate de sodium et du sucre en poudre pour réaliser un fumigène, le mélange mis dans un tube en acier ayant explosé, la commission de la sécurité des consommateurs s'est penchée, à la requête des parents de la victime, sur les risques d'explosion présentés par le mélange chlorate de sodium et un réducteur.

A sa demande, l'INERIS (Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques) a réalisé une étude sur le chlorate de sodium (risques d'explosion avec des réducteurs, variation de ces risques en fonction de la présentation, des différents types de conditionnement et d'étiquetage).

Dans son rapport du 27 juillet 1992, l'INERIS a notamment fait remarquer que le chlorate de sodium en poudre était vendu soit pur, soit additionner de chlorure de sodium dans une proportion d'environ 25 % et le fait d'ajouter ce sel inerte crée un effet de passivation, mais que cet effet est insuffisant ainsi que le montre le fait que la sensibilité du mélange en présence de réducteurs courants tels que le sucre reste marquée.

Le principal fabricant de chlorate de sodium, la société Elf Atochem, distribue un produit pur à 99 % sous forme de poudre (la poudre présentant moins de risque que le liquide). Pour diminuer encore la réactivité, la société va augmenter la grosseur des cristaux (de 200 à 600 microns).

La société BASF Horticulture et Jardin, commercialise un produit à 80 % de chlorate de sodium, le reste étant essentiellement du chlorure de sodium. Elle a choisi cette composition en se fiant aux arguments de son fabricant, la société Biodis, qui considère que celle-ci diminue considérablement les risques d'explosion.

En ce qui concerne la réglementation, le chlorate de sodium est soumis aux textes relatifs aux substances et préparations dangereuse (pictogrammes "flamme" et croix de Saint-André, phrases de risques et conseils de prudence), mais les deux fabricants entendus se sont déclarés favorables à des compléments d'information qui devraient figurer sur les emballages.

La réactivité du chlorate de sodium augmente lorsqu'il est finement divisé, ce qui se produit lorsqu'il n'est pas traité pour résister à l'humidité et qu'il subit des variations fréquentes de la température et de l'hygrométrie ambiantes, et qu'un stockage prolongé peut notamment conduire à ce type de situation.

C'est pourquoi, la commission de la sécurité des consommateurs recommande pour ce produit utilisé comme désherbant (présentant l'avantage de se biodégrader sous forme de chlorure de sodium) :

- une amélioration des étiquetages actuels des amballages (lisibilité plus grande des risques existants et des précautions à prendre),
- des mises en garde sur les possibilités d'explosion en mélange avec des produits tels que le sucre, le papier, le carton, le charbon de bois...), sur le danger qu'il y aurait à vouloir préparer des fumigènes,
- l'indication de la conduite à tenir en cas d'épandage ou de mélange accidentel (à savoir noyer par l'eau le plus vite possible),
- l'indication de ne jamais jeter une boîte non entièrement vidée, mais de noyer le résidu sous eau courante,
- la préconisation d'utiliser le produit dans les meilleurs délais,
- l'explicitation de certains termes pour le grand public (comburant, combustible, ignition, inhalation).

Ces modifications d'étiquetage demandées pourraient intervenir dans le cadre d'une réglementation nationale notifiée à la CEE (pour la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques) ou dans le cadre de la directive "substances dangereuses".

Il conviendrait que les fabricants améliorent déjà volontairement leur étiquetages et que, informés par leurs associations, les professeurs, dans les cours de chimie des lycées, appellent l'attention de leurs élèves sur les dangers inhérents à certains mélanges.

L'Europe de la recherche et de l'industrie

Forum débat sur le 4e Programme-Cadre communautaire (1994-1998)
Paris, les 8 et 9 novembre 1993

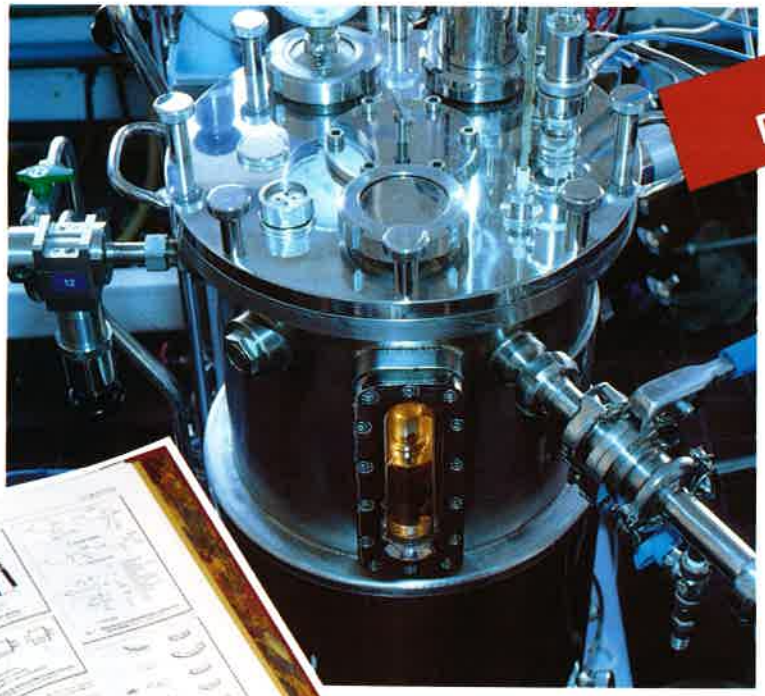
Organisé par l'ANRT-Europe (Association Nationale de la Recherche Technique)

L'heure est à la préparation du 4e Programme-Cadre de Recherche et de Développement technologique (PCRD) qui va déterminer le budget et les grandes lignes d'action de la recherche communautaire pour la période 1994-1998. Ce forum offre aux acteurs de ka recherche eurooéennène, entreprises, laboratoires, centres de recherche, l'occasion de faire valoir leur point de vue et leurs attentes euprès des décisionnaires de la Commission des CE.

Renseignement : Régis Vidal-Engaurran, ANRT-Europe. Tél. : (1) 47.04.47.57.

LES TECHNIQUES DE L'INGENIEUR

UN SYSTÈME COMPLET D'INFORMATION PERMANENTE EN



GÉNIE DES PROCÉDÉS

Le **Génie des Procédés** recouvre l'ensemble des connaissances nécessaires à la conception et à la mise en œuvre optimale des procédés de **transformation physico-chimique et biologique des matières premières en produits intermédiaires ou finis**.
Issu du Génie Chimique - créateur d'innombrables procédés -, enrichi des apports simultanés de l'électronique et de l'automatique, le Génie des Procédés s'est étendu à d'autres secteurs économiques : agro-alimentaire, bio-industries, pharmacie..., fabrication du ciment, du papier, du verre, des plastiques..., protection de l'environnement, traitement des eaux, des déchets, des effluents...
Le traité **Génie des Procédés** a pour ambition de couvrir progressivement l'ensemble des secteurs industriels. Il s'adresse aux ingénieurs, techniciens, enseignants, étudiants de toute discipline.

BON DE COMMANDE

A compléter et à retourner à
LES TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR
8, place de l'Odéon 75006 PARIS

Adressez-nous votre commande par Fax : (1) 43 29 75 27

Nom _____ **Fonction** _____

Société _____ **Service** _____

Adresse _____ **Code postal** _____

Ville _____ **Tél.** _____

UNE ACTUALISATION TRIMESTRIELLE PAR ABONNEMENT

GÉNIE DES PROCÉDÉS

Traité en 5 volumes dirigé par Jean-Claude Charpentier, ancien directeur de L'ENSIC de Nancy, du département Sciences pour l'Ingénieur du CNRS. Directeur de l'ESCIL (Chimie Industrielle de Lyon).

COMPOSITION DU TRAITÉ

NOTIONS DE BASE

Conception idéale d'un problème de génie chimique.
Notions de chimie quantique.
Mise en équation d'un problème de génie chimique.
Thermodynamique chimique
Equations d'état.
Diagrammes.
Equilibres thermodynamiques.
Cinétique chimique
en phase gazeuse,
en phase liquide,
appliquée.
Modélisation.
Catalyse :
hétérogène, micellaire,
par transfert de phase, acido-basique,
de coordination, enzymatique.
Transferts de chaleur.
Transferts de matières entre phases.
Méthodologie.
Modèles cinétiques.
Cristallisation.
Electrochimie
Equilibres chimiques en solution.
Conduction.
Processus faradiques
et non faradiques.
Courbes intensité-potentiel :
théorie et pratique.

OPÉRATIONS UNITAIRES

Evaporation.
Technique industrielle de la couche mince.
Sublimation.
Séchage.
Distillation.
Absorption.
Adsorption.
Extraction liquide-liquide.
Extraction solide-liquide.
Osmose inverse et ultrafiltration.
Perméation gazeuse.
Electrodialyse.
Echange d'ions.
Séparation
Fragmentation.
Criblage.
Classification hydraulique.
Concentration gravimétrique.
Séparation magnétique.
Flottation.
Décantation.
Filtration.
Centrifugation.
Mélange
Agglomération.
Pastillage.
Agitation.
Mélange de solides, de pâtes.
Homogénéisation des liquides miscibles.
Mise en contact de phases liquide et solide.

RÉACTEURS-PROCÉDÉS UNITAIRES

Principes et technologie.
Calcul des réacteurs catalytiques.
Calcul des réacteurs à lits fluidisés.
Cellules d'électrolyse.
Procédés unitaires
Gazéification du charbon.
Gazéification des résidus pétroliers.
Vapocraquage.
Oxydations ménagées.
Chlorations.
Alkylations.
Nitration.
Sulfonation des composés aromatiques.
Synthèse des polymères.
Polycondensations.
Oxyalkylations.
Electrosynthèse organique.
Fermentations
Lexiques en 4 langues
Séparation.
Mélange.
Génie chimique.
Composés chimiques.

SCHÉMAS D'UNITÉS INDUSTRIELLES FICHES PRODUITS

Tableaux synoptiques
Schémas et fiches produits
Plus de 100 fabrications de produits minéraux ou organiques, polymères...

LES TECHNIQUES DE L'INGENIEUR
PRENEZ-EN DE LA GRAINE !

Les Techniques de l'Ingénieur 8 place de l'Odéon 75006 Paris. Tél. (1) 46 34 22 40. Tx 205031. Fax (1) 43 29 75 27

RCS Paris B 380 985 937 Pencil Vanille

Je désire recevoir :

TRAITÉ "GÉNIE DES PROCÉDÉS"	PRIX UNITAIRE	QUANTITÉ	PRIX TOTAL
TRAITÉ COMPLET en 5 volumes (J1, J2 I, J2 II, J4, J5)	**5 070 F TTC** actualisations 93 incluses		

☐ Règlement à réception de la commande ☐ Crédit demandé

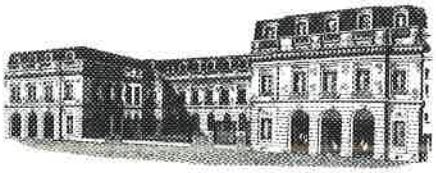
TOTAL GÉNÉRAL
(Prix France métropolitaine, franco de port)

Date **Signature et cachet de l'entreprise**

Le réabonnement aux actualisations est automatique au 1er février de chaque année sauf contrordre de votre part.

La Maison de la Chimie

Hier et aujourd'hui



Créée en 1928, à l'occassion du Centenaire de la naissance de Marcelin Berthelot, à l'initiative des sociétés savantes - Société Chimique de France (devenue depuis Société Française de Chimie) et Société de Chimie Industrielle - et du Syndicat des Produits Chimiques, précurseur de l'actuelle Union des Industries Chimiques, la Fondation de la Maison de la Chimie a eu pour premier objectif l'édification et l'entretien d'un centre de réunion et de travail destiné à promouvoir le rayonnement de la science chimique et organisé pour le service des chimistes du monde entier. Dès ses origines, la Fondation s'est donné une vocation internationale. La souscription qui a permis de construire les deux ailes modernes, ajoutées au milieu des années 30 à l'hôtel de La Rochefoucauld d'Estissac, a réuni des fonds en provenance d'une soixantaine de pays représentant les cinq continents. Dans les statuts de la Fondation, la présence d'au moins huit membres étrangers est imposée au sein du conseil d'administration. La Maison de la Chimie est également devenue, dès son ouverture, le siège de l'IUPAC (Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée) conformément au vœu de ses fondateurs.

Les péripéties liées à la Seconde Guerre mondiale et, à ses suites, les difficultés financières de la Fondation à laquelle ses initiateurs avaient fixé des objectifs ambitieux mais dont les ressources restaient précaires, le départ de l'IUPAC et de la Société Chimique de France, la vente de la bibliothèque, l'une des plus riches du monde dans le domaine de la chimie et aujourd'hui devenue la propriété de l'université d'Orsay, toutes ces évolutions ont quelque peu estompé dans les années 60 l'œuvre entreprise par la Fondation pour rapprocher les chimistes, aider à la coordination de leurs recherches et mettre les progrès réalisés par la chimie au service de l'humanité.

Les administrateurs se sont efforcés de rester fidèles aux orientations générales fixées par les fondateurs et de maintenir la Maison de la Chimie dans son rôle prioritaire d'accueil et de service pour les chimistes.

La maison des chimistes

Pour remplir cette mission, la Maison de la Chimie assure un certain nombre de services, met en œuvre des activités en vue de faciliter rencontres et coopération entre tous ceux qui travaillent à promouvoir la chimie comme l'une des disciplines fondamentales dans l'ensemble des sciences et des techniques.

La domiciliation dans les locaux de la rue Saint-Dominique de plusieurs sociétés savantes et associations ayant des objectifs scientifiques ou techniques en rapport avec la chimie permet à ces sociétés et associations de disposer de locaux pour leurs services permanents et pour leurs réunions dans des conditions avantageuses. La Société de Chimie Industrielle utilise largement cette facilité et tient à la Maison de la Chimie les réunions organisées par ses clubs et comités divers.

La Tour des Associations (ancienne Tour des livres) accueille aujourd'hui une dizaine d'organismes dont le Gams, le Cefracor, Organibio et Adebio, une antenne de la Société Française de Chimie, la Fédération Gay-Lussac (association regroupant les directeurs des écoles de chimie) et quelques autres.

Le Club de la Chimie (800 membres, en provenance du monde universitaire, des organismes de recherche publique ou privée et de l'industrie) est ouvert du lundi ou vendredi entre 17 h et 20 h. Son cadre accueillant en fait un lieu de rencontre convivial apprécié de beaucoup. Nombreux sont ceux qui en trouvent le chemin pour conclure agréablement une réunion de travail tenue dans la Maison.

Tous les deux ans, la Fondation de la Maison de la Chimie attribue un Grand Prix d'un montant de 150 000 F. Destiné à honorer une œuvre concernant la chimie au bénéfice de l'homme, de la vie et de la nature, il constitue l'une des récompenses scientifiques de haut niveau dans le domaine de la chimie et de ses applications. Le prochain Grand Prix sera décerné en janvier 1994.

Par ailleurs, la Fondation organise périodiquement des colloques scientifiques dont l'objet est de mettre en évidence la place de la chimie dans notre vie de tous les jours. Réunissant des scientifiques de niveau international, ces colloques s'adressent à un public aussi large que possible et visent à donner de la chimie une image positive. Après "Chimie et Espace", thème traité lors du colloque de janvier 1992, le thème de la prochaine rencontre qui se tiendra le mercredi 24 novembre 1993 à 14 heures est "**Chimie et Cerveau**". L'actualité de ce sujet, avec en particulier les récentes découvertes sur le rôle de l'oxyde d'azote dans la chimie cérébrale, devrait contribuer à donner à cette manifestation une large audience.

Une conjoncture difficile

Pour assurer ces différentes actions au service des chimistes ainsi que l'entretien du patrimoine immobilier qui les rend possibles, la Fondation doit dégager les ressources nécessaires. Elle le fait à travers la concession de ses salles et équipements à des organismes qui opèrent hors du domaine de la chimie. Celle-ci et les activités qui peuvent lui être rattachées ne représentent en effet que 20 à 25 % de l'activité totale de la Maison de la Chimie. Les autres utilisateurs sont très variés, industriels, sociétés de services, administrations et ministères, secteur associatif, partis politiques, etc. Par sa situation au cœur du quartier des Invalides, la Maison de la Chimie est un lieu de réunion apprécié. La qualité de l'accueil, la souplesse d'utilisation qu'autorisent ses locaux sont également des atouts importants.

La conjoncture actuelle n'épargne cependant pas la Fondation et lui impose une gestion très rigoureuse de ses ressources. C'est une raison de plus pour souhaiter que les chimistes soient toujours plus nombreux à la fréquenter et contribuent ainsi à la soutenir tout en affirmant sa vocation première. Mais nous souhaitons aussi, qu'au-delà de la chimie, cette Maison s'ouvre de plus en plus à toutes les industries de la transformation de la matière et à celles fondées sur la science du vivant, tant est profonde l'implication de la chimie dans toutes ces disciplines. Ainsi la Maison de la Chimie sera-t-elle aussi, conformément aux rêves de ceux qui l'on créée, un symbole de rapprochement entre les disciplines scientifiques et technologiques et, à travers elles, un symbole de rapprochement entre les peuples ?

MAISON DE LA CHIMIE

Centre International de Congrès

RÉUNIONS & CONFÉRENCES

REPAS & COCKTAILS

28, rue Saint-Dominique - 75341 PARIS Cedex 07 - Tél. : 47.05.10.73 - Fax : 45.55.98.62

Fondation Internationale Reconnue d'Utilité Publique par Décret du 12 Août 1928

ANALUSIS

Objectifs

ANALUSIS propose un panorama des progrès scientifiques dans le domaine de la chimie analytique. Chaque mois, vous trouverez :

- des articles scientifiques, des revues et « Analusis letters », soumis à un double référé, garant de la qualité des publications, sur toutes les méthodes d'analyse : chromatographie, spectrographie, RMN, électrochimie.
- des rubriques sur l'actualité de la profession ; la vie des entreprises ; les hommes dans les sociétés ; manifestations ; dossier ; applications ; nouveautés de la profession ; infos laboratoire ; livres.

DOSSIERS 1993

janvier/février	Analyses chimiques
mars	L'analyse *in vivo*
avril	Perspectives de l'électrophorèse
mai	Après Pittsburgh
juin	Spectrométrie FT-IR, microscopie FT-IR
juillet	Chimie et criminalistique
août/sept	Explorer l'espace grâce à la chimie analytique
octobre	Chimie analytique des surfaces
novembre	Méthodes rapides de contrôle en millieu industrielle
décembre	Salon du laboratoire Le marché de l'instrumentation analytique

Rédacteur en chef

NG DAO
28, rue Saint-Dominique, 75007 Paris

Secrétaire de rédaction

B BROUARD

Rédacteurs associés

L CAMPANELLA *(Rome, Italie)*
R HOURIET *(Lausanne, Suisse)*
R KAUFMANN *(Düsseldorf, Allemagne)*
R KELLNER *(Vienne, Autriche)*
M VALCARCEL *(Cordoue, Espagne)*
T VO-DINH *(Oak Ridge, TN, États-Unis)*

Cité/indexé dans

Biological Abstracts, Chemical Abstracts, CNRS/Pascal, Current Contents (Physical, Chemical and Earth Sciences), Science Citation Index

Conditions d'abonnement

1993 : Vol 21 (10 numéros)
France : 1 950 FF
CEE particuliers : 2 342,21 FF TTC
CEE organismes et sociétés avec n° d'identification de TVA et
Hors CEE (par avion) : 2 300 FF
ISSN 0365-4877

Demandez un spécimen gratuit

EDITIONS SCIENTIFIQUES
ELSEVIER
MEMBRE DU GROUPE REED ELSEVIER
29 rue Buffon, 75005 Paris, France

AN-FP1

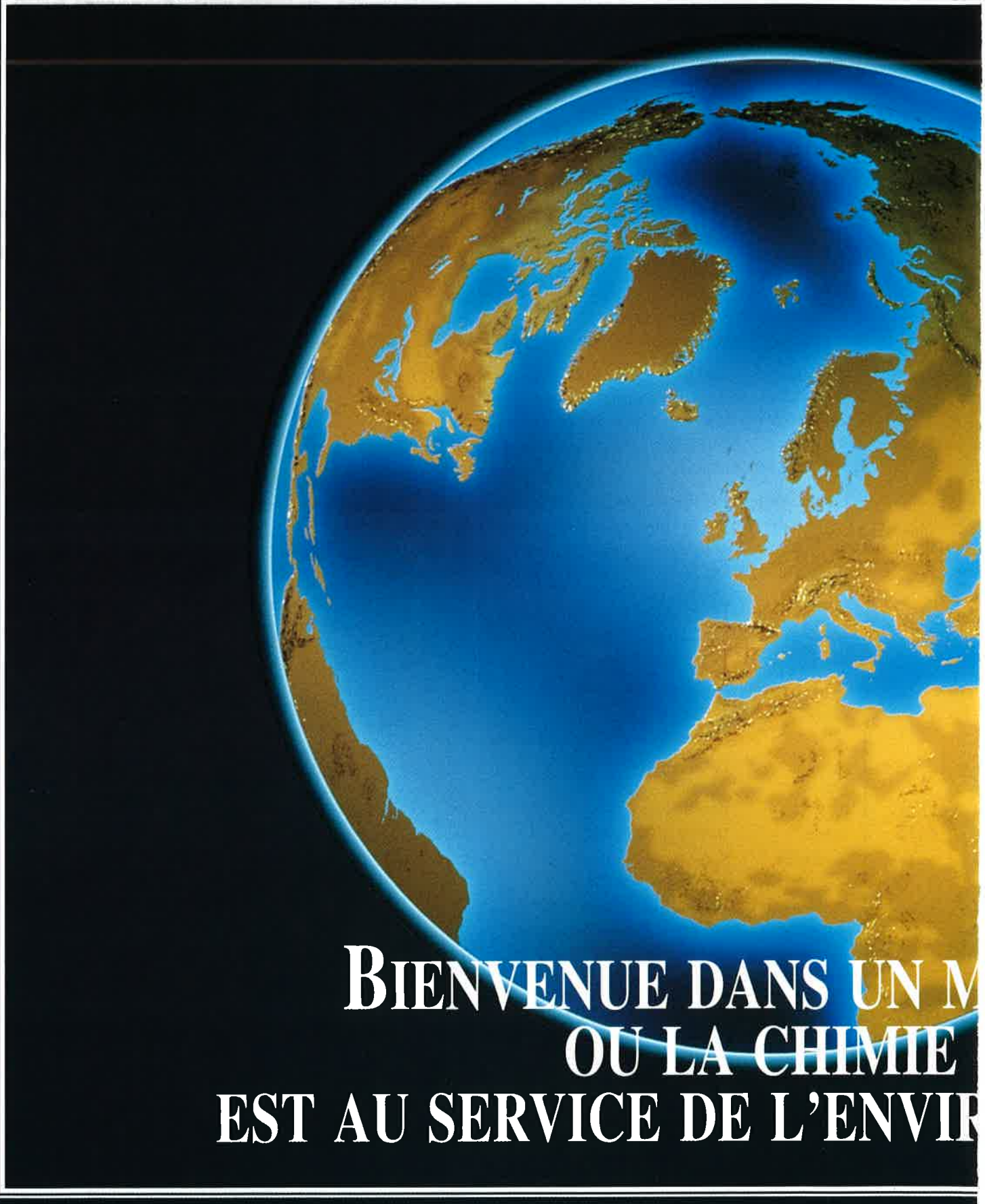


Photo : Terje Kveen - The Image Bank

BIENVENUE DANS UN M
OU LA CHIMIE
EST AU SERVICE DE L'ENVIR

Rhône-Poulenc met son expérience et ses com
au service de l'environnement :
sa connaissance des molécules, son savoir-faire techni
sa maîtrise des procédés

ONDE

ONNEMENT

ences

et industriel,

Traitement
Recyclage
Valorisation
Régénération

Rhône-Poulenc a créé l'activité "Services pour l'Environnement" pour offrir aux industriels et aux collectivités locales la solution la mieux adaptée à la protection de leur environnement

"Services pour l'Environnement" et les autres activités du groupe Rhône-Poulenc offrent des solutions et des compétences pour :

- La régénération de l'acide sulfurique
- Le traitement des eaux potables et usées
- Le traitement de déchets industriels spéciaux
- Le traitement des gaz et des pollutions accidentelles
- Le diagnostic des pollutions, la capacité d'analyse, la rémédiation des sols

RHÔNE-POULENC

N'hésitez pas à nous appeler ou à nous écrire :

Rhône-Poulenc Chimie
Secteur Intermédiaires Organiques et Minéraux (IOM)
Services pour l'Environnement
25, quai Paul Doumer - 92408 Courbevoie Cedex - France
Tél : (1) 47 68 27 58 ou 47 68 09 40 - Fax : (1) 47 68 21 50

SFC

Société Française de Chimie

250 Rue Saint Jacques
75005 PARIS

Journée de la Division "Chimie Organique"

Paris , le 14 Décembre 1993

La prochaine Journée de la Division "Chimie Organique" aura lieu le Mardi 14 Décembre 1993 à l'ENSCP (11 rue Pierre et Marie Curie, 75005 Paris), de 9h30 à 17h30. Le programme de cette manifestation comprendra les six conférences suivantes :

9h30 - 10h30 **Pr W.N. SPECKAMP** (Université d'Amsterdam)
"New applications of chiral N-Acyliminium Precursors"

10h30 - 11h **Pr J-B. VERLHAC** (Université de Bordeaux 1)
"Stress oxydatif. Des antiradicalaires aux analogues d'enzymes"

11h - 11h30 Pause

11h30 - 12h30 **Pr P. POTIER** (Institut de Chimie des Substances Naturelles, Gif-sur-Yvette)
"Quelques sujets d'intérêt pour les chimistes à l'interface de la chimie et de la biologie : exemples vécus"

14h30 - 15h30 **Pr J. COSSY** (ESPCI, Paris)
"Réactions de cyclisations ; applications à la synthèse de produits naturels"

15h30 - 16h **Dr D. DESMAELE** (Faculté de Pharmacie, Chatenay Malabry)
"Nouvelle réaction de spiroannélation : application à la synthèse des alcaloïdes du type homoérythrina"

16h - 16h30 Pause

16h30 - 17h30 **Pr B.H. LIPSHUTZ** (University of California, Santa Barbara, USA)
" New Synthetic and Spectroscopic Studies Based on Organocopper Chemistry"

Cette Journée est ouverte gratuitement, sans inscription, à tous les membres de la SFC ou d'un "Club de Jeunes Sociétaires" (se munir de sa carte de membre dans les deux cas). Les non-membres pourront lors de cette manifestation prendre leur adhésion à la SFC pour l'année 1994.

Renseignements : B. CAZES (Tel : 72.44.85.39) et Mme J. PROT (Tel : 72.44.81.35)

Évaluation des élèves en physique-chimie

Prise en compte des activités expérimentales

Le ministère de l'Éducation nationale et de la Culture a demandé à l'Inspection générale de physique-chimie un rapport sur la prise en compte des activités expérimentales dans l'évaluation des élèves. Nous publions ci-après de larges extraits.

Ce rapport correspond au thème de travail de l'Inspection générale de physique-chimie pour l'année scolaire 1991-1992. Il a été rédigé après analyse de tout un ensemble de documents ayant trait à des activités expérimentales effectuées par les élèves dans les classes des collèges et des lycées. Ces documents, collectés et sélectionnés par les inspecteurs généraux et les inspecteurs régionaux de sciences physiques, étaient relatifs à des situations récentes : celles de l'année scolaire 1991-1992 et des années immédiatement précédentes. Il prend également en compte le travail sur "l'utilisation des objectifs de référence en classes terminales scientifiques" effectué par un groupe technique animé par l'Inspection générale de physique-chimie.
L'enseignement de la physique et de la chimie dans les lycées professionnels, par la grande variété de ses sections, par l'incidence de la bivalence des maîtres et par ses relations étroites avec les enseignements professionnel, mérite une étude particulière. Le cas des lycées professionnels n'a donc pas été pris en compte dans ce rapport. Il fera l'objet d'une étude spécifique ultérieure.

JUSTIFICATION DU CHOIX DU THÈME

La physique et la chimie sont des sciences expérimentales. Elles ne peuvent donc être enseignées sans référence à l'observation et à l'expérience. Mais cette référence peut être limitée au discours du professeur ou être constituée par des expériences de cour : cela n'est pas suffisant pour que le caractère expérimental de ces sciences soit effectivement reconnu.
Les séances de travail en groupe restreint, quand elles existent (sauf exception, cela n'est pas le cas dans les collèges), doivent leur existence à la mise en place de travaux pratiques au cours desquels les élèves assurent une part importante des expériences relatives aux sujets abordés : ce sont les séances de TP ou de TP cours.
Dans les classes de seconde, première S et E, terminales C, D et E, au moins 25 séances de ce type devraient être organisées annuellement, or le rapport de l'Inspection générale de physique-chimie pour l'année scolaire 1990-1991 montre qu'en terminale, notamment, le nombre de séances effectivement consacrées aux travaux pratiques est souvent nettement inférieur à ce qu'il devrait être, autrement dit, l'enseignement de physique-chimie ne s'appuie pas suffisamment sur l'expérimentation des élèves.
Si cet enseignement est encore trop déductif, si la démonstration théorique est, plus que l'expérience, retenue comme preuve suffisante, et si la plupart des maîtres, pour orienter les élèves et assurer leur succès aux examens font plus confiance aux exercices théoriques qu'aux observations expérimentales, à leur hiérarchisation et à la résolution des multiples et riches problèmes que pose la réalisation de toute expérience, c'est que le mal est profond : la hiérarchie pernicieuse qui, en France, place l'abstrait et le formel au dessus du concret et du pratique vient de loin. La formulation initiale des professeurs, en particulier, ne les prépare guère à tirer tout le parti souhaitable des séances de travaux pratiques qu'il est possible d'organiser et, malgré quelques initiatives, peu de stages de formation continue sont consacrés à cet aspect spécifique de l'enseignement scientifique.
Le rapport de l'année précédente, déjà cité, montre que plus de la moitié des professeurs reconnaissent n'évaluer jamais, ou rarement, le savoir-faire expérimental de leurs élèves.
Afin de contribuer au renforcement du rôle des activités expérimentales dans l'évaluation des élèves, il est donc apparu nécessaire, dans un premier temps, de recenser les pratiques positives et de rechercher des exemples de conduite exemplaires, de les analyser, et d'en souligner les succès et les difficultés.

LES ÉVALUATIONS "INSTITUTIONNELLES"

Dans les sections d'enseignement général C, D et E : l'exercice particulier du baccalauréat

La note de service 89-281 du 12 septembre 1989 impose que l'une des 4 ou 5 questions constituant l'épreuve écrite de physique-chimie du baccalauréat

(5 pour les sections C et E, 4 pour la section D) soit obligatoirement en relation avec les travaux pratiques. Elle indique que le nombre de points attribué à cette question est au moins égal à 5 points sur 20 et elle précise qu'elle doit permettre de vérifier que les élèves possèdent un certain nombre de connaissances et savoir-faire d'ordre expérimental et qu'ils savent mettre en œuvre des méthodes de raisonnement propres à une science expérimentale.

Depuis la publication de cette note, trois sessions du baccalauréat ont eu lieu et l'on peut maintenant dresser un bilan de ses effets.

La rédaction de cette question particulière a évolué et alors que, en juin 1990, il était parfois difficile de distinguer, dans l'ensemble des 4 ou 5 questions constituant l'épreuve, celle qui était "en relation avec les travaux pratiques", en 1991, elle a été généralement construite de manière plus conforme à l'esprit de la note.

L'existence de cette question a poussé de nombreux professeurs des classes terminales à accentuer quelque peu le rôle assigné aux séances de travaux pratiques. En particulier, la tendance qui consistait à remplacer ces séances, à partir du mois d'avril, par des séances de révision d'exercices théoriques a été enrayée. C'est aussi pour mieux préparer leurs élèves à cette question que certains professeurs ont, en classe terminale, construit des travaux pratiques permettant d'évaluer les élèves : ceci, afin d'améliorer l'efficacité des séances de TP et de donner aux élèves la possibilité de connaître leurs lacunes et de trouver la direction dans laquelle ils doivent faire porter leurs efforts.

L'introduction de cette "question en relation avec les travaux pratiques" constitue donc un progrès incontestable. Mais le fait qu'il s'agisse d'une épreuve écrite ne constitue pas un obstacle absolu au bachotage sans réel contact avec l'expérience : d'ailleurs, si certains points précisés dans l'annexe 1 de cette note sont bien présents dans les divers sujets posés au baccalauréat (exploitation de courbes déjà relevées, d'oscillogrammes pertinents, traduction par une courbe des résultats presque toujours idylliques d'une série de mesures, etc.), d'autres, comme l'étude critique des résultats et de leur précision, ne sont pratiquement jamais abordés. Parfois, l'expérience autour de laquelle est construit le sujet, est une expérience artificielle, dont les résultats ont été "arrangés" pour se prêter à un questionnaire ne présentant pas d'ambiguïté.

Dans de rares cas, on trouve même des indications qui sont en totale contradiction avec l'esprit de l'épreuve : par exemple, lorsque le texte de la question précise le sens de certaines abréviations (comme "V/div" ou "ms/div" qui figurent sur la face avant d'un oscilloscope), alors que la méconnaissance de ces abréviations est le signe indiscutable d'une absence d'activité expérimentale qui devrait obligatoirement être sanctionnée.

On trouve enfin des questions qui poussent plus les élèves à utiliser les mémoires alphanumériques de leurs calculatrices qu'à manipuler avec soin.

LES TEXTES, L'ACTION DES IPR, L'ENVIRONNEMENT GÉNÉRAL ET LE MATÉRIEL

Les textes

Pas un préambule de programme, pas de commentaires relatifs à ces programmes, pas un document portant sur l'enseignement des sciences physiques émanant du ministère de l'Éducation nationale, pas de rapport national qui ne souligne le rôle important, essentiel même, de la partie expérimentale de l'enseignement des sciences physiques au collège et au lycée, et ceci, depuis de nombreuses années.

Cette constante unanimité aurait donc logiquement dû amener les professeurs comme l'institution scolaire à évaluer les élèves, non pas sur les seules activités d'ordre théorique, mais aussi au cours de séances de travaux pratiques. On admet en effet, et cela a pu être largement vérifié dans les sections technologiques, qu'une telle évaluation en cours de formation permet d'encourager les élèves qui peuvent avoir des difficultés dans une étude théorique mais des dispositions dans le domaine pratique : ces élèves ne sont pas rares.

Des instructions précises, quant à cette évaluation, sont en revanche pratiquement inexistantes.

Or, malgré la demande des élèves, qui, dans leur grande majorité, désireraient un accroissement des activités expérimentales dans le but de mieux comprendre les sciences physiques, seule, dans l'enseignement générale, une minorité de professeurs pratique l'évaluation des activités expérimentales des élèves.

Arguant de l'ampleur des programmes, peu convaincus par les types d'exercices proposés (par leurs pairs) au baccalauréat, les professeurs de sciences physiques ne sont en effet pas tous persuadés de l'efficacité des activités expérimentales pour assurer la réussite de leurs élèves. Certains, soucieux de les préparer, au delà du baccalauréat, aux enseignements dispensés dans le cadre des DEUG ou des classes préparatoires, et sachant que ceux-ci privilégient souvent les considérations théoriques (bien que dans les deux cas un mouvement renforçant le rôle des manipulations soit en cours de développement) en tirent argument pour assigner aux TP un rôle subalterne.

Pourtant, que les programmes soient lourds ou légers, que les élèves poursuivent leurs études ici ou là ne devraient pas empêcher l'enseignement de sciences expérimentales d'en privilégier l'aspect expérimental qui, seul, peut entraîner la compréhension profonde des élèves.

L'action des inspecteurs pédagogiques régionaux

L'action des inspecteurs pédagogiques régionaux en faveur du développement du caractère expérimental de l'enseignement de physique-chimie ne peut être mise en doute. Leurs rapports d'inspection montrent qu'ils encouragent toujours les actions allant dans ce sens. Nombre d'entre eux ont largement contribué à créer des centres de ressources où des expériences sont mises au point, où du matériel est expérimenté, parfois créé, où des groupements d'achats sont organisés (pour montrer des expériences, il faut du matériel et il faut savoir le faire fonctionner, or celui-ci évolue, d'où la nécessité d'une formation continue des professeurs), et plusieurs ont animé des groupes de réflexion.

Ils n'ont pas pu organiser beaucoup de stages de rénovation de l'enseignement des travaux pratiques, et ceci pour plusieurs raisons :

a) les MAFPEN, ayant d'autres priorités, leur ont souvent mesuré les moyens ; d'ailleurs ils ne sont, en général, que des membres des commissions disciplinaires chargées de faire des propositions pour les PAF ;
b) les animateurs académiques susceptibles d'animer de tels stages sont peu nombreux ;
c) en l'absence d'une sensibilisation nationale d'envergure, les professeurs de sciences physiques, travaillant souvent dans des conditions difficiles (matériel souvent insuffisant, effectifs lourds), n'auraient peut-être pas été volontaires en grand nombre pour de tels stages.

L'environnement général et le matériel

Tout comme l'action des IPR, qui, globalement, favorise le développement des TP et leur évaluation, l'environnement général des professeurs est orienté dans le bon sens.

1. La Direction des lycées et collèges, en publiant des fascicules relatifs à l'utilisation des objectifs de référence, rédigés par un groupe de professeurs et d'inspecteurs de physique-chimie animés par un inspecteur général pour les classes de seconde et de première S, a demandé explicitement aux professeurs de prendre en compte l'activité expérimentale des élèves dans leur évaluation ; grâce à ces documents, ils ont pu voir que les programmes actuels permettent de développer de multiples savoir-faire expérimentaux et que l'observation et l'analyse d'objets techniques ou d'expériences peuvent, tout aussi bien que les spéculations plus théoriques, permettre aux élèves d'acquérir des capacités qui leur seront utiles.

2. Les olympiades de chimie, organisées aux échelons académique, national et international, ont permis de développer et de rénover l'activité expérimentale en chimie : petit à petit, l'esprit des olympiades diffuse et enrichit les pratiques des professeurs ; il est encore trop tôt pour prévoir l'impact qu'aura sur l'enseignement de la physique l'organisation nationale des olympiades de physique, créées en 1991 dans un esprit privilégiant les activités expérimentales.

3. Le *Bulletin de l'Union des Physiciens*, auquel sont abonnés la plupart des professeurs de physique-chimie, publie souvent des protocoles expérimentaux ; le ton de ce bulletin est celui de l'encouragement aux activités expérimentales, tout comme, en ce qui concerne cette fois plus spécifiquement les collèges, le *Bulletin de l'Association des professeurs d'initiation aux sciences physiques*.

4. Le matériel s'améliore depuis l'instauration de la régionalisation, mais il reste encore souvent vétuste, au point que les professeurs sont souvent amenés à faire acquérir aux élèves des savoir-faire désuets ou anachroniques. Dans les lycées qui à cet égard bénéficient d'une conjoncture favorable, toujours un peu "forcée" par une équipe dynamique de professeurs, les élèves sont, a priori, plus motivés que dans ceux où le matériel avoue son âge et ses faiblesses ; cependant, presque partout, la volonté et la foi d'un professeur peuvent surmonter le handicap du matériel et créer un climat favorable au renforcement des activités expérimentales et à leur évaluation.

LES PRATIQUES DES PROFESSEURS

Actuellement, en matière d'enseignement expérimental, les pratiques les plus couramment répandues dans l'enseignement général, ne conduisant que rarement à une évaluation, sont les TP où les élèves vérifient une loi ou un point du cours.
- Les TP cours sont évidemment préférables à un enseignement magistral où seul le professeur présente des expériences, mêmes si celles-ci sont exploitées collectivement. Il sont souvent "inductifs" (parfois trop) et, grâce à eux, on se propose de faire découvrir aux élèves, en les guidant, telle ou telle loi. Il faut cependant réagir contre les déviations qui transforment ces séances en cours parsemés d'une ou deux expériences prétextes de quelques minutes chacune, réalisées par les élèves.
Il faudrait en revanche profiter de ces séances pour faire émettre, parfois, des hypothèses aux élèves sur les causes de tel ou tel phènomène physique ou chimique et chercher ensuite à confirmer ou à infirmer ces hypothèses en réalisant des expériences significatives, bref à mettre en œuvre la méthode expérimentale dont on parle beaucoup mais que l'on pratique plus rarement. Sous leur forme traditionnelle, les TP cours présentent en outre le défaut de ne pas se prêter à une évaluation.
Les TP vérification ne doivent pas être rejetés d'emblée. Une séance de TP, même un peu terne, suffit bien souvent pour qu'un élève comprenne le cours qui lui a été dispensé par ailleurs sur le même sujet, mais qui contenait, comme c'est souvent le cas, beaucoup de données implicites que la manipulation individuelle permet d'éclairer. Ces TP, parce qu'ils sont de conception simple (on vérifie telle loi), favorisent la mémorisation : toutes les analyses attestent de l'excellente mémorisation sur dix ou vingt ans, parfois plus, de ce que l'on a fait de ses mains, alors que l'oubli recouvre très vite les très provisoires connaissances délivrées par le seul discours magistral.
Une première évaluation des activités expérimentales des élèves consiste à relever les compte rendus de ces séances de travaux pratiques et à les noter. Des professeurs le font. Or les élèves travaillent mieux, avec plus de soin, s'ils savent que leur professeur, pour les encourager, regarde leur travail et le prend en compte (les notes décernées aux compte rendus de TP peuvent très bien avoir un statut différent de celles qui correspondent à d'autres contrôles). Il reste que rendre les TP intrinsèquement plus attrayants, plus motivants, les utiliser pour mieux orienter les élèves et les évaluer, doit constituer un objectif prioritaire pour les années à venir.

Le désir de renouveler les travaux pratiques

Sans chercher avant tout à mieux évaluer les élèves, beaucoup de professeurs mettent à profit leurs lectures de revues, les indications des manuels, les travaux de collègues d'autres classes ou les "tuyaux" glanés dans des stages, etc., pour construire de nouveaux TP très différents des TP "vérification". Les exemples observés sont classés à titre indicatif, il peut s'agir de :
- TP "découvertes" où l'on fait découvrir aux élèves un phènomène nouveau qui prépare le cours à venir : il s'agit de véri-

tables TP qui jouent le même rôle que les TP cours, mais qui en évitent certains dérapagent et se prêtent à des évaluations (exemple : étude de la décomposition de l'eau par le passage du courant électrique - électrolyse - en troisième) ;

- TP "mesures et applications" : on utilise les connaissances apprises en cours pour effectuer une manipulation à laquelle on tâche de donner un caractère concret et motivant, comme le dosage d'un comprimé d'aspirine, ou des ions hydrogénocarbonates d'une eau minérale, ou la mesure du facteur de qualité d'une bobine, ou l'essai d'un circuit intégré ou d'un système commercial (pour les sections technologiques) ;

- TP "réflexion" : on réinvestit les connaissances acquises par ailleurs dans des domaines qui ne font pas partie du programme mais qui s'y rattachent, ceci moyennant quelques indications supplémentaires fournies dans la fiche de TP (exemples : dosage de l'acide ascorbique d'un comprimé de vitamine C, coefficient de partage d'un acide organique entre deux solvants non miscibles, bilan énergétique du rebondissement d'une balle sur le sol..) ;

- TP "mise en œuvre de la méthode scientifique" : on pose des questions à un élève et on lui demande d'y répondre en prouvant ses assertions par des expériences (exemple : détermination de la formule chimique d'un corps), ou bien, plus simplement, on fait mesurer une même grandeur par deux méthodes différentes (par exemple la constante de raideur d'un ressort par une méthode statique - mesure de poids et d'allongement - et par une méthode dynamique - mesure de masse et de période -) et on demande de comparer la précision des deux méthodes. Il s'agit d'exercices difficiles qui exigent de grandes capacités de réinvestissement de la part des élèves : leur évaluation exige des critères très larges et une grande compétence disciplinaire de la part du professeur.

- TP "initiative" : on demande à l'élève d'opérer un choix dans un ensemble de connaissances et de savoir-faire qu'il est censé posséder pour illustrer librement un thème ou une notion (exemple : rendement d'une réaction chimique). Là aussi, les indications préliminaires sur l'évaluation et ses critères doivent être soigneusement déterminées et explicitées.

Nous terminerons la présentation de ce panorama (certainement incomplet) des motivations des professeurs ayant à cœur de promouvoir les activités expérimentales des élèves, en signalant l'expérience (réussie) de pédagogie active menée par une équipe de professeurs pariant à fond sur l'inventivité et la créativité des élèves. Au cours du type de TP que ces professeurs ont mis au point (et qu'ils ont nommés "TP TOP"), l'élève élabore lui-même un protocole expérimental à partir d'une question qui lui est posée, et prévoit le matériel nécessaire. A travers quelques unes des constatations a posteriori de ces professeurs, que nous allons présenter, on verra qu'au delà de la formation des élèves aux sciences physiques, au delà des nécessités de l'évaluation, leur action (exceptionnelle) vise à donner confiance aux élèves et à développer leur créativité, ce qui, dans notre système scolaire, n'est pas courant.

Ils écrivent :

"Les TP TOP permettent :

- de motiver plus d'élèves pour les sciences, car le travail de recherche les intéresse et leur curiosité peut être satisfaite. C'est, pour chacun d'entre eux, l'occasion d'être vraiment soi-même, actif et autonome ;

- de donner, en classe de seconde surtout, la possibilité aux élèves "non scientifiques" de montrer leurs capacités d'animation, de réflexion, d'organisation, de dessinateur, etc., et d'être ainsi valorisés dans leur participation ;

- d'améliorer de façon considérable la communication entre le professeur et l'élève, parce que :

. les erreurs n'étant pas pénalisées, chacun ose s'exprimer,

. l'élève est constamment incité à aller jusqu'au bout de ses pensées,

. le professeur fait préciser la signification des mots employés, ce qui permet une meilleure compréhension mutuelle (le dictionnaire fait partie intégrante des outils de laboratoire),

- de déceler des lacunes, des idées fausses et des incompréhensions insoupçonnées auxquelles il devient possible de remédier,

- d'amener l'élève à ne pas se contenter d'une compréhension superficielle : il apprend à suivre ses propres idées et à les approfondir plutôt qu'à se conformer à ce qu'on attend de lui,

- de créer une ambiance de travail dans laquelle chacun, professeur et élèves, peut être détendu,

- de découvrir des talents indécelables par les méthodes classiques d'évaluation : certains élèves se révèlent être de très bons scientifiques dans leur façon d'élaborer un protocole expérimental ou d'interpréter les phénomènes observés alors qu'ils n'obtiennent que des notes très moyennes sur des exercices de contrôle. D'autres, en revanche, très "scolaires", performants en devoirs parce qu'entraînés à résoudre des séries d'exercices, se trouvent désemparés quand il faut être créatif".

Après plusieurs années de pratique de ce type de TP, l'équipe, qui a fait des adeptes, d'abord dans son lycée, puis ailleurs, a étendu ses méthodes à l'acquisition même des connaissances (à ce qu'on appelle le cours), et les très bons résultats obtenus au baccalauréat par les élèves ainsi formés montrent tout au moins qu'ils ne souffrent pas de méthodes participatives mises en œuvre par leurs professeurs.

CONCLUSION

Les motivations qui incitent les professeurs à mettre l'accent sur les activités expérimentales des élèves sont très diverses, certaines sont peu compatibles avec d'autres (le guidage point par point d'une manipulation en vue de l'évaluation de la dextérité d'un élève, par exemple, s'oppose à l'esprit qui préside aux "TP TOP", par exemple), mais toutes sont respectables car elles traduisent la foi de leurs auteurs dans l'importance majeure qu'il faut donner à l'aspect expérimental dans l'enseignement de sciences physiques. En s'appuyant sur les pratiques innovantes, en créant les conditions permettant leur développement, en faisant en sorte que ces auteurs puissent exprimer leurs idées devant les autres professeurs, on comblera le déficit actuel et on modifiera l'état d'esprit de ceux qui manquent d'optimisme quant à la valeur formatrice des activités expérimentales.

Indispensable, l'évaluation des élèves au cours de certaines séances de travaux pra-

tiques ne doit pas être systématique : d'une part, il faut éviter qu'une évaluation trop fréquente ne perturbe l'apprentissage de la méthode expérimentale qui reste l'objectif prioritaire des travaux pratiques ; d'autre part, les différents TP se prêtent plus ou moins bien à une évaluation. Il semble que trois TP donnant lieu à évaluation sommative sur une année soit une moyenne raisonnable.

En cours d'année, l'évaluation individuelle des élèves, pendant les TP, est souhaitable mais non obligatoire : elle est malaisée, "chronophage", et provoque généralement une rigidification du protocole opératoire proposé. On peut aussi, parfois, attribuer une note à un binôme dont les membres partagent ainsi la responsabilité de la réussite ou de l'échec d'un travail mené en commun.

L'examen des divers documents analysés, comme l'expérience tirée des inspections ou des visites effectuées sur le terrain, montrent que le travail en équipe améliore l'élaboration de TP conçus au moins partiellement en vue d'une évaluation. S'il est exceptionnel que des erreurs scientifiques se glissent dans les documents d'un professeur travaillant seul, en revanche, il est moins rare de voir sa manière personnelle d'aborder un sujet en réduire les voies d'approche ou en altérer la généralité : l'évaluation peut en être faussée et l'élève, qui lors d'un examen terminal sera évalué par d'autres examinateurs pourra, s'en trouver désorienté.

Pour toutes ces raisons, il est primordial, lors de la formation initiale des professeurs de physique-chimie, dans le cadre des IUFM, de mettre l'accent sur l'intérêt de l'aspect expérimental de l'enseignement de ces disciplines et sur la nécessité d'organiser celui-ci et de l'évaluer.

Plus tard, le travail en équipe, la modestie des premières réalisations, l'organisation par les MAFPEN (Mission Académique à la Formation continue des Professeurs de l'Éducation Nationale) de stages ouverts, l'expérimentation et la critique constructive par les uns des fiches mises au point par les autres amélioreront cette nécessaire formation initiale.

Les conditions de la réussite passent également par une attention soutenue portée au recrutement et à la formation du personnel de laboratoire, personnel indispensable au bon fonctionnement des travaux pratiques qui suppose l'association sans faille des professeurs et des agents.

Un soin particulier devra être accordé à la confection des sujets d'examen (le thème de travail du groupe de physique-chimie de l'inspection générale, pour l'année scolaire 1992-1993, porte sur ce point) afin que l'évaluation de cet aspect de l'enseignement soit accrue ; il serait également souhaitable de diversifier les filières scientifiques postbaccalauréat, et en particulier les classes de mathématiques supérieures pour que la teneur des textes officiels concernant le second cycle des lycées soit confortée par la nature de l'enseignement susceptible d'être dispensé en aval.

Les multiples actions novatrices mises en œuvre ces dernières années montrent que l'on peut être optimiste quant à l'accroissement des activités expérimentales des élèves et à leur prise en compte ; il faut encore, toutefois, que tous les acteurs du système éducatif maintiennent leurs efforts en vue :

- d'assurer la modernisation constante du matériel mis entre les mains des élèves (qui, sans cela, se détourneraient de l'enseignement expérimental correspondant comme de l'enseignement traditionnel plus abstrait) ;
- de continuer à développer l'utilisation raisonnée de l'ordinateur comme outil de laboratoire ;
- de pouvoir disposer de salles convenables en nombre suffisant ;
- de constituer des groupes d'élèves d'effectifs raisonnables (notamment au collège).

EN BREF

JACQUES GELAS PRÉSIDENT DE LA FÉDÉRATION GAY-LUSSAC

La Fédération Gay-Lussac vient de porter à sa présidence Jacques Gelas (ENSC Clermont-Ferrand) qui en était le secrétaire depuis sa création. Agé de 52 ans, Jacques Gelas est par ailleurs membre du bureau de la Conférence des Directeurs d'Écoles et de Formation d'Ingénieurs (CDEFI) et vice-président de l'Agence de Relations Internationales de l'Enseignement Supérieur (ARIES) récemment créée.

La Fédération Gay-Lussac rassemble les directeurs de 18 grandes écoles publiques et privées françaises de chimie et de génie chimique, des professions de la chimie (Union des Industries Chimiques, Société de Chimie Industrielle), ainsi que les associations représentatives des milieux universitaires et professionnels (Société Française de Chimie, Centre d'Études Supérieures de Génie et Ingénierie Chimique, Union Nationale des Associations d'Anciens Elèves. Crée en 1987, et alors dénommé Club Gay-Lussac, cet organisme s'est développé sous les présidences de René Dabard, puis de Jean-Claude Bernier (EHIC Strasbourg) pour se transformer en 1992 en Fédération.

CATALOGUE INVENTAIRE DES APPLICATIONS PÉDAGOGIQUESDE L'ORDINATEUR EN CHIMIE

Edition 1994

Comme tous les deux ans, le Centre Documentaire Informatique Enseignement Chimie actualise son catalogue inventaire des Applications Pédagogiques de l'Ordinateur en Chimie.

Pour cette édition 1994, un appel est lancé à tous les concepteurs de logiciels utilisables en autoformation dans l'enseignement de la chimie et de la biochimie, pour réunir une documentation aussi complète que possible.

La disponibilité du catalogue sera annoncée dans la lettre d'informations du CDIEC et dans cette revue. L'insertion de la description des applications est gratuite.

Centre Documentaire Informatique-Enseignement Chimie-CDIEC, université de Nice Sophia-Antipolis, 06108 Nice Cedex 2. Tél. : (1) 93.52.99.64. Fax : (1) 93.51.79.25.

Olympiades nationales de la chimie
Le concours national 1993

Le concours des Olympiades nationales de la chimie a eu lieu, le 26 mars 1993, dans les cinq centres installés actuellement :
- École Nationale Supérieure de Chimie (ENSCP),
- École Supérieure de Physique et Chimie Industrielles (ESPCI),
- Université Pierre et Marie Curie (Paris VI),
- École Nationale de Chimie, Physique et Biologie (ENCPB),
- École Supérieure des Techniques de Biologie Appliquée (ESTBA).

Quatre-vingts élèves des classes terminales C, D, D', E, F, (F_6, F_7) y ont participé, après avoir été sélectionnés par les délégués régionaux des Olympiades, parmi les lauréats des concours régionaux, sur le thème de l'année 1993 : **chimie et sport,** ce thème étant considéré dans son sens le plus large. Le sujet de la manipulation proposée aux candidats par une entreprise industrielle, ainsi que l'une des questions qui leur ont été soumises dans le cadre de l'épreuve "Questionnaire" sont présentés en encadré pour illustrer ce concours.

Comme chaque année, les 80 candidats nationaux ont été invités à visiter, en trois groupes distincts, trois laboratoires industriels :
- le Centre de recherche de Rhône-Poulenc Rorer à Vitry,
- le Centre d'applications d'Elf Atochem à Levallois,
- le Centre de recherche et de production biotechnologiques de Roussel Uclaf à Romainville,

et les laboratoires de recherche des cinq centres de concours.

Comme chaque année, ces visites ont permis de fructueux échanges d'idées.

La Société Française de Chimie a attribué son prix spécial aux professeurs du centre de préparation du lycée Fabert de Metz qui ont encadré le lauréat national Damien Laage.

Les résultats confirment le bon niveau en chimie des candidats des sections C et F6, le nombre relativement faible, cette année, de lauréats issus des sections F devant être sans doute attribué à la difficulté particulière de la question qui leur était réservée dans l'épreuve du questionnaire, où il est introduit une question spécifique aux sections (C, E), (D, D') et (F6, F7, F'7).

Figure 1 - Monsieur R. Hamelin, secrétaire général de la Société Française de Chimie (SFC), remet à M. Bernard Combe, professeur au lycée Fabert de Metz, représentant l'équipe enseignante qui a encadré le 1er Prix des Olympiades 1993, le Prix de la SFC.

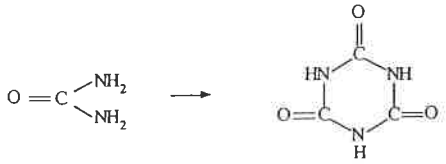
Synthèse et dosage de l'acide dichlorocyanurique

(épreuve pratique 1)

Généralités

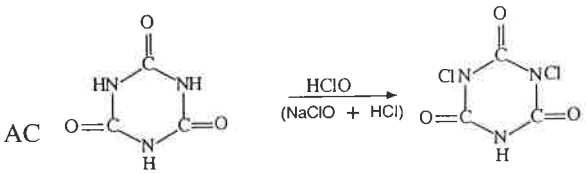
L'acide dichlorocyanurique : 1,3-dichloro-1,3,5-triazinane-2,4,6-trione, symbolisé par ADCC, est l'un des composés industriels constituant la famille des chlorocyanuriques. Caractérisés par une libération d'acide hypochloreux, sous l'action de l'eau en milieu acide, ils constituent des produits de substitution de l'eau de Javel : résistants au stockage, à la lumière, peu toxiques, ils sont utilisés, sous forme de poudre, pour le traitement des eaux, le blanchiment, la désinfection, etc.

L'ADCC s'obtient par chloration de l'acide cyanurique (AC) : 1,3,5-triazinane-2,4,6-trione, lui-même résultant de la pyrolyse de l'urée entre 200 et 300 °C, selon le *schéma 1* :



Urée AC (1)

Cet acide, traité par des quantités sensiblement équimolaires d'hypochlorite de sodium et d'acide chlorhydrique (ce qui revient à former l'intermédiaire réactionnel HClO : acide hypochloreux), peut conduire à l'ADCC.



AC ADCC (2)

Cette réaction fait l'objet de la manipulation proposée.

Sottisier

(questionnaire 16)

Trop de gens ne se sont pas intéressés aux cours de chimie dans leur jeunesse, ou bien les ont totalement oubliés. Cela ne les empêche pas d'écrire nombre d'articles qui peuvent irriter ou amuser, mais que l'on doit lire avec esprit critique pour ne pas se faire "piéger". Saurez-vous détecter les erreurs dans ce texte paru dans la presse de grande diffusion ?

Le "mercaptant", un gaz sulfureux

Des centaines de tonnes de produits agrochimiques, de produits de base et d'additifs sont partis en fumée dans l'incendie qui a ravagé l'entrepôt de l'usine xxx. On ignore encore aujourd'hui la composition chimique exacte de ces différentes substances. Mais les scientifiques ont tout de même pu identifier la nature du gaz qui s'est dégagé pendant l'incendie. Il s'agit de "mercaptant", un mélange de soufre, de carbone et d'hydrogène. Ce gaz s'apparente à l'anhydride sulfureux (H_2SO_4) dont l'odeur d'œuf pourri est caractéristique. Comme l'anhydride sulfureux, le "mercaptant" a des effets suffocants et peut provoquer à très fortes doses des lésions des voies respiratoires et des poumons. Son contact se traduit par des irritations et des brûlures aux yeux et aux muqueuses. Un traitement rapide par la cortisone réduit considérablement les risques pour les personnes atteintes. Ce gaz sulfureux étant très soluble dans l'eau, la meilleure façon de s'en protéger en l'absence de masque est d'appliquer un linge sur la figure.

Le mercaptan ou méthylmercaptan est le méthanethiol CH_3SH. C'est notamment un produit habituel du métabolisme de certains composants des asperges qui, même à très faible concentration, donne une odeur particulière à l'urine des personnes qui viennent d'en consommer.

6-1. Peut-on dire que le mercaptan est un mélange de carbone, d'hydrogène et de soufre ?

6-2. Donner les nom et formule du gaz dont l'odeur rappelle celle des œufs pourris.

6-3. Quel est le nombre d'oxydation du soufre dans le mercaptan ?

6-4-1. Donner la formule de l'anhydride sulfureux (ou dioxyde de soufre).

6-4-2. Quel est le nombre d'oxydation du soufre dans ce composé ?

6-5. Quel est le nombre d'oxydation du soufre dans H_2SO_4 ?

6-6. Mise à part la présence de soufre dans les 2 composés, peut-on dire que le mercaptan soit apparenté chimiquement à l'anhydride sulfureux ? Pourquoi ?

6-7. Pourquoi est-il invraisemblable que le mercaptan ou le produit à odeur d'œufs pourris se dégage lors d'une combustion ?

6-8. Le mercaptan est en réalité peu soluble dans l'eau.

6-8-1. Un linge sec peut-il protéger les muqueuses contre les atteintes du mercaptan ? Pourquoi ?

6-8-2. Un linge humide présenterait-il un intérêt ? Pourquoi ?

Principaux lauréats nationaux

Rang	Lauréat	Section	Académie	Prix obtenus
1er	**Laage Damien**	C	Nancy-Metz	1er prix de l'industrie chimique, prix spécial du CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique).
2e	**Garnier Nicolas**	C	Clermont-Ferrand	1er prix section C, prix spécial de l'Académie des sciences.
3e	**Ribaute Pierre**	C	Toulouse	2e prix section C, prix spécial de l'École polytechnique.
4e	**Bossharth Emmanuel**	F6	Mulhouse	1er prix section F, prix spécial de l'université Pierre et Marie Curie.
5e	**Gaudier Martin**	C	Lille	3e prix de l'industrie chimique, prix spécial de l'université Pierre et Marie Curie.
6e	**Compagnon Christopher**	F6	Paris	2e prix section F, prix spécial du SNIP (Syndicat national de l'industrie pharmaceutique).
6e	**Faucheu Hugues**	C	Besançon	Prix équivalent au 2e prix, section F.
8e	**Gaillet Florence**	C	Rennes	Prix spécial de l'ASPA (Syndicat national des fabricants d'agents de surface et de produits auxiliaires industriels).
9e	**Dubos Thomas**	C	Nantes	Prix spécial du SPPMP (Syndicat professionnel des producteurs de matières plastiques).
10e	**Deceuninck Hélène**	C	Lille	Prix spécial de l'ENSCP (École Nationale Supérieure de Chimie de Paris).
11e	**Lafille Frédéric**	F6	Paris	Prix spécial de l'ESPCI (École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris)

Faut-il créer des classes préparatoires intégrées pour les écoles de chimie ?

Jacques Arzallier* vice-président de l'Union des Professeurs de Spéciales

L'image de marque de la chimie, et donc la motivation des étudiants pour cette discipline, souffre, ou peut-être faut-il dire souffrait, manifestement de la mauvaise réputation qu'a souvent l'industrie chimique. Déjà, celle-ci est accusée d'être polluante, ce qui est une accusation grave dans un moment où les soucis écologiques passent au premier plan. D'autre part, depuis les chocs pétroliers, l'inertie de l'opinion publique est telle que ce secteur d'activité est soupçonné ne pas créer d'emplois. Le résultat était que très souvent les élèves des classes préparatoires choisissaient un peu une ENSI (école nationale supérieure d'ingénieurs) chimie à défaut d'avoir une autre école. Cette situation est en train d'évoluer très favorablement et, depuis quelques années, il est assez fréquent de voir que des élèves ayant le choix entre plusieurs écoles, optent pour la chimie. Il faut voir à cela au moins deux raisons : la chimie est enseignée par un professeur spécialiste de cette discipline dans les classes de spéciales P et P' (à dominante physique et chimie) et les olympiades de chimie ont beaucoup contribué à en donner une image plus positive. La situation dans ce domaine n'est donc pas si mauvaise qu'on le croit parfois, cependant il est très souhaitable de réfléchir aux moyens de l'améliorer.

Une des solutions envisagées par certaines écoles de chimie est la création de classes préparatoires intégrées. Les élèves seraient recrutés dès la classe de terminale sur dossier et ne passeraient plus de concours ensuite, mais seulement des examens. Dans ces classes, l'enseignement de la chimie serait renforcé. Les partisans de cette solution espèrent ainsi recruter des étudiants que le système des classes préparatoires classiques effraie, et les motiver davantage par cette formation plus orientée vers la chimie. A mon avis, cette solution présente des inconvénients voire des dangers. En ce qui concerne les élèves déjà, l'absence de concours ne signifie pas absence de sélection. Il suffit pour s'en convaincre de regarder le fonctionnement des INSA, lequel est assez proche du modèle proposé pour les classes intégrées : dans ceux-la, en dépit d'un recrutement sur les épreuves du baccalauréat, il y a un taux d'abandons et d'exclusions important dans les deux premières années, si bien qu'au bout de ce premier cycle, la probabilité de succès n'est pas plus importante qu'en classes préparatoires classiques. Il n'est pas inutile de rappeler que, dans ces dernières années, il y a assez peu d'abandons et de réorientation en fin de première année (13,4 % en 92-93) et très peu d'échecs pour les redoublants. Pour les écoles, par ailleurs, il faut souligner le danger de baisse de qualité : elles ne recruteraient de cette façon que les élèves n'ayant pas voulu se mesurer à un concours.

D'autre part, ces classes auraient, de toute évidence, un rayonnement très local, alors qu'il est de toute évidence souhaitable pour une école d'accroître le plus possible la diversité, y compris géographique, de ses étudiants. L'une des motivations des candidats à cette formation risque d'être la possibilité de rester sur place ce qui est sans doute fâcheux dans une perspective, au moins européenne, où une grande mobilité est exigée des ingénieurs. Quant à la motivation des élèves au sortir d'une classe de terminale, elle n'est pas du tout évidente : beaucoup découvrent, et finissent par aimer la chimie, pendant leur année de spéciales P ou P' alors qu'ils n'auraient pas du tout envisagé cette formation à la fin de leurs études secondaires. Enfin, il serait vraiment extrêmement regrettable qu'il existe en France deux sortes d'écoles : celles où l'on entre après les classes préparatoires et un concours et celles, de chimie, où l'on accède dès la terminale et sans concours. Il est évident que les premières apparaîtraient, dans l'esprit des jeunes et de leurs parents, beaucoup plus prestigieuses que les secondes. La chimie mérite mieux. Néanmoins, il est exact que la situation actuelle ne donne pas totalement satisfaction et qu'elle peut être améliorée. La solution la plus satisfaisante réside sans doute dans l'aboutissement du projet de réforme actuellement en cours. Cette réforme se donne comme objectif de créer des spéciales dans lesquelles on ne fait pas "tout partout". En particulier, il y aurait des math sup PC à dominante physique et chimie avec un horaire raisonnable de chimie enseignée par un chimiste et un horaire de mathématiques nettement moins important. Rappelons qu'actuellement les classes de première année conduisant aux spéciales MM'PP' sont un tronc commun indifférencié. Dans toutes les filières, des options seraient mises en place, par exemple dans la filière PC les élèves devraient choisir entre une option de chimie ou de physique. Cette option aurait un thème et comporterait une grande partie de travaux pratiques tout en laissant beaucoup plus de place à l'initiative des élèves qu'aujourd'hui : les travaux pratiques ne seraient plus fournis tout prêts, mais nécessiteraient, de la part des élèves, par exemple une petite recherche bibliographique. Les élèves ayant choisi en première et en deuxième années l'option chimie auraient, à la fin des deux ans, suivi un volume horaire de chimie très raisonnable. Enfin, et ce n'est pas révéler un secret puisque cette décision a été prise par son conseil d'administration, l'École polytechnique recrutera à égalité sur la filière PC et sur la filière MP. Cette situation conduira vers la filière PC un vivier de bons ou très bons élèves dans lequel toutes les écoles auront intérêt à recruter.

La mise ne place de cette réforme capitale ne se fera pas sans difficultés alors qu'elle présente un grand intérêt pour la formation des futurs ingénieurs, chercheurs et enseignants. Or elle pourra difficilement se faire sans l'appui des ENSI de chimie.

*Les Saints Benoist, 45170 Bougy lez Neuville. Tél. : 38.75.50.40.

Le devenir des diplômés des IUT chimie et génie chimique

L'Union des Industries Chimiques a réalisé pour la sixième année consécutive, en collaboration avec les départements "chimie" et "génie chimique" des instituts universitaires de technologie (IUT), une enquête* sur le devenir des diplômés de ces départements ayant obtenu leur diplôme (en première formation) deux ans au préalable, soit, pour la présence enquête, les 2034 diplômés en 1990. Pour cette nouvelle enquête, la connaissance du devenir des diplomés des IUT s'est améliorée : 5,4 % de situations inconnues pour la chimie et 6,0 % pour le génie chimique. Il ne faudrait cependant pas tirer de conclusions hatives, mais seulement des tendances à confirmer sur longue période.

Le taux de poursuite d'études des DUT après obtention de leur diplôme est très important : 44 % des diplômés pour les DUT chimie. Pour les DUT génie chimique, la tendance à l'augmentation des poursuites d'études observée l'an dernier se confirme (38,9 % des diplômés au lieu de 25,7 % il y a 3 ans).

Ce qui est plus significatif, ces pourcentages s'élèvent à 46,6 % et 41,4 % si l'on s'en tient aux situations connues. Ces poursuites d'études dépassent de loin celles - très souhaitables - qui correspondent à l'entrée en écoles d'ingénieurs des têtes de promotions ou à des formations complémentaires appréciées par les milieux professionnels. Même si elles soulignent la qualité de la formation apportée par les IUT, ainsi reconnue par les étudiants qui les prèfèrent aux DEUG, elles aboutissent à une déviation du rôle des IUT dont la vocation est de déboucher directement dans le milieu professionnel. Ces poursuites d'études qui continuent sur leur lancée ont déjà dépassé le niveau des sorties directes (celles-ci sont actuellement de 42,4 % et 36,5 % pour les DUT chimie et génie chimique si ont les rapporte aux situations connues). Par ailleurs on constate que les poursuites d'études sont constituées majoritairement de bacheliers C et D : 32,6 % de C et 52,4 % de D pour les DUT chimie et 47,3 % et 44,1 % pour les DUT génie chimique (cf. *figure 1*).

Les perpectives problablement trop limitées de carrière des DUT jouent certainement aussi un rôle dans le développpement de cette tendance.

Il faut noter que les femmes s'orientent plus que les homme vers la vie active après l'obtention de leur diplôme.

Une information sur les possibilités d'amélioration et d'augmentation des qualifications par la voie de la formation continue durant la vie professionnelle devrait être faite auprès des étudiants. Il faut espérer que ces possibilités de formations complémentaires, et entre autres les filières de "nouveaux ingénieurs", permettront de stabiliser et mieux encore de diminuer la part des poursuites de la formation initiale.

- Le taux des DUT chimie qui cherchent un emploi au moment de l'enquête est en nette augmentation par rapport aux années précédentes : 4,9 % au lieu de 3,5 %, si l'on se rapporte aux situations connues et 8,7 % contre 3,8 % pour les DUT de génie chimique. En tenant compte de l'incidence du service national qui met un certain nombre de garçons en recherche d'emploi à l'époque de l'enquête, on ne peut que souligner qu'il y a plus d'hommes diplômés que de femmes à la recherche d'un emploi, même si leur nombre, au moment de l'enquête, est encore relativement faible.

- La tendance de 1986 à l'augmentation de la féminisation des IUT "chimie" (55,5 % diplômées en 1986 contre 49,1 % en 1985) ne s'est pas reproduite, depuis, on reste autour de la répartition 50/50. Il faudra continuer à suivre l'évolution pour vérifier qu'on s'en tient à l'équilibre correspondant à la démographie**.

Pour les IUT de génie chimique, on remarquera la progression régulière du taux de féminisation des diplômés bien que toujours plus faible qu'en chimie (environ 30 %, pour 16 % en 1986). Il y a là une tendance qu'il faudra suivre en particulier au niveau des possibilités d'emploi, celles-ci étant toutefois appréciables pour les jeunes filles au niveau des bureaux d'études.

Toujours pour les IUT de génie chimique, il faut noter que le nombre de diplômés a augmenté de 29 % sur 1989, ce qui se traduit par une augmentation de ceux qui travaillent de 4 % contre 58 % de ceux qui poursuivent des études. Cette dernière évolution, même si elle doit être rapprochée des craintes du chômage qui pousse aux poursuites d'études, pourrait faire remettre en question l'idées de l'accroissement du nombre de diplômés.

- Les DUT chimie et génie chimique de la promotion 1990 qui ont pris un emploi se retrouvent majoritairement dans l'industrie chimique au sens de l'UIC (chimie, parachimie, pharmacie).

Les activités non industrielles (enseignement, administration, recherche publique) restent à un niveau modeste, plus élevé cette année pour les filles que pour les garçons. Les activités d'attente à un niveau inférieur sont stables : 1,9 % en chimie, comme l'année précédente.

*Extrait de la brochure "Résultats de l'enquête sur le devenir des diplômés des IUT de l'année 1990" publiée en avril 1993 par l'Union des Industries Chimiques, 14, rue de la République, 92800 Puteaux. Tél. : (1) 46.53.11.00. Fax : 46.53.11.04 (05 et 06).
Les IUT concernés par cette enquête sont les suivants : les départements chimie de Besançon, Béthunes, Grenoble, Le Mans, Lille, Lyon, Marseille, Montpellier, Orléans, Orsay, Poitiers, Rennes, Rouen et Strasbourg ; les départements matériaux de Besançon, Béthune et Grenoble ; le département productique de Marseille ; le département textile de Lille ; les départements génie chimique de Nancy (options industries chimiques et bio-industries), Saint-Nazaire et Toulouse.
* *Il s'agit en fait d'une politique volontariste des IUT, qu'il convient de maintenir.

- La répartition des emplois industriels par grandes fonctions montre l'importance pour les DUT chimie de la R et D et du contrôle (en particulier pour les filles) qui représentent à eux deux 78,3 % des emplois (et 86,5 % pour les filles). La proportion est plus faible pour les DUT génie chimique (45,2 %). En chimie, les recrutements ont été nettement plus importants en R&D qu'au contrôle (49,7 % et 28, 6 %).
On remarquera que 8,3 % seulement des DUT chimie vont en fabrication ; pour le génie chimique, cette proportion est de 27,4 % représentant essentiellement des garçons, mais les échantillons sont réduits. Le technico-commercial n'a encore touché en 1990 que 3,8 % des emplois de débutants. Il semblerait que la demande s'est stabilisée.
Parmi les titulaires d'un DUT "chimie" qui poursuivent leurs études, 24 % suivent un cursus d'ingénieur ; 4,3 % ont subi une spécialisation en IUT et 49,2 % se sont inscrits à l'université pour obtenir une maîtrise générale ou une MST. Ce dernier chiffre est particulièrement inquiétant si l'on regarde les débouchés offerts aux titulaires d'une maîtrise dans l'industrie, en particulier aux maîtrises générales (37,1 % des poursuites).
Les jeunes qui espèrent sans doute trouver de meilleurs débouchés en poursuivant cette voie devraient faire l'objet d'une sérieuse mise en garde concernant les fortes désillusions auxquelles ils s'exposent dans l'industrie.
On notera que 10,2 % des poursuites d'études sont effectuées à l'étranger.
Pour les titulaires d'un DUT "génie chimique" la situation est moins inquiétante car les poursuites d'études sont plus professionnelles, seulement 16,1 % de "maîtrises générales".
- Ce sont les titulaires d'un bac C qui ont le plus fort taux de réussite (81 % de diplômés), (les titulaires d'un bac E représentent une population trop faible pour être prise en considération dans les comparaisons) mais, dans l'absolu, ce sont les titulaires d'un bac D qui forment la plus grande masse de poursuites d'études (52 % de l'ensemble des poursuites d'études). En génie chimique les observations sont du même ordre.
En conclusion, le taux élevé des poursuites d'études apparaît comme une tendance lourde qui s'accélère, particulièrement en génie chimique et qui risque de se poursuivre.
On risque d'assister à une déviation des objectifs des IUT d'autant plus inquiétante que bon nombre de jeunes s'orientent vers des poursuites d'études sans débouchés industriels.
L'insertion professionnelle des jeunes DUT, et tout spécialement des jeunes filles, est, dans le cadre de cette étude, bonne. L'industrie chimique représente toujours le débouché le plus important et la diversification des métiers à la sortie se confirme.

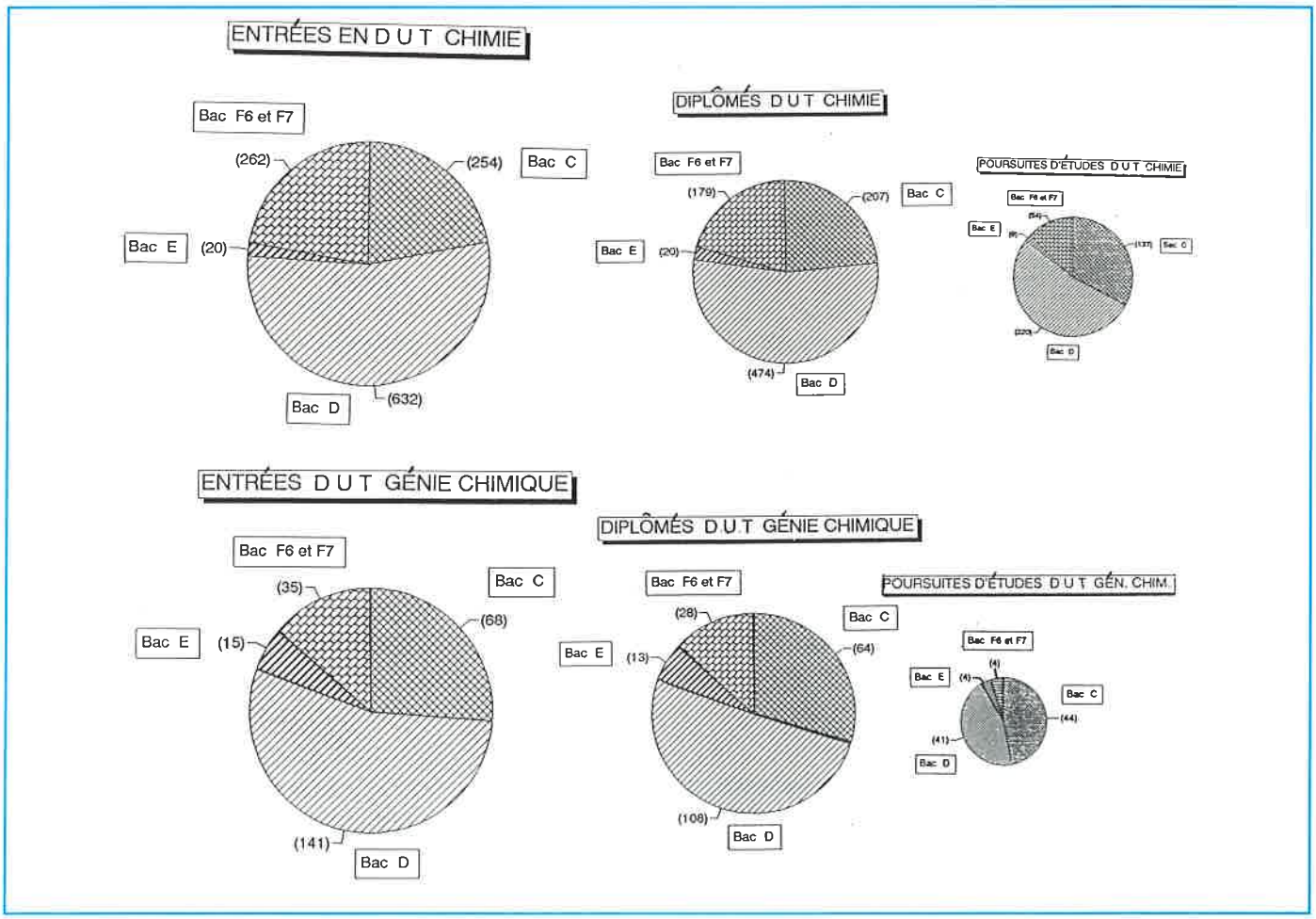


Figure 1 - Les étudiants des IUT chimie et génie chimique.

Étude qualitative et quantitative des sources diffuses de solvants chlorés

Les solvant chlorés, utilisés dans l'industrie ou pour nos usages domestiques, sont la cause d'une pollution diffuse qui altère aussi bien l'atmosphère que les eaux souterraines et superficielles.
Cette étude* tend à quantifier ces sources de solvants chlorés en identifiant les branches industrielles utilisatrices : dégraissage métallique, nettoyage à sec, aérosol. Elle fait également le point sur les actions en cours pour réduire ces émissions : incinération, recyclage, produits de substitution.

A l'exclusion du 1,2-dichloroéthane et du 1,2-dichloroéthylène, les solvants chlorés sont largement utilisés à la fois par de petites industries, tels que les pressings ou les ateliers de traitement de surface, et par les particuliers *(encadré 1)*. Ces diverses utilisations sont à l'origine de nombreux rejets diffus dans les eaux de surface, les eaux souterraines et l'atmosphère.
La décontamination des eaux de surface se fait naturellement dans la mesure où l'évaporation des solvants est extrêmement rapide. Par contre, les solvants chlorés peuvent, par lixiviation dans les sols, se trouver piégés au fond des nappes phréatiques et l'exploitation de ces ressources naturelles en eaux potables s'en trouve sérieusement remise en cause. Le traitement de ces nappes souterraines est techniquement difficile et coûteux.
Ces composés peuvent souvent avoir de graves répercussions sur la santé et la meilleure méthode de prévention des contaminations de l'eau potable reste la limitation de leur utilisation ou des rejets occasionnés à la fois dans les eaux et dans l'atmosphère.
Le déclin de l'utilisation de solvants chlorés en Europe a débuté en 1974 et est estimé par l'ECSA (European Chlorinated Solvent Association) de l'ordre de 40 % entre 1974 et 1990, à l'exclusion des solvants intermédiaires employés dans le secteur chimique. Le Protocole de Montréal, renforcé par les directives des Conventions de Londres et de Copenhague, vise certains de ces solvants et l'évolution des consommations globales et spécifiques de chacun des solvants chlorés va s'en trouver sérieusement affectée.

Les composés chlorés sont naturellement très faiblement représentés dans l'environnement. Seul, le chlorure de méthylène peut être biosynthétisé mais les teneurs de fond sont très inférieures aux concentrations relevées dans les pays industrialisés. Les solvants chlorés les plus largement utilisés, tri, per et tri 111 sont rencontrés dans l'atmosphère de toute ville industrielle, ou très peuplée.

COMPOSÉS CHLORÉS A 1 ET 2 ATOMES DE CARBONE

Les solvants chlorés sont des liquides incolores de la famille des halogénures aliphatiques.
Leurs principales caractéristiques sont une grande volatilité, l'ininflammabilité, une faible tension de surface, un coefficient octanol/eau élevé, une faible solubilité dans l'eau et une mobilité importante dans les sols.

SOLVANTS CHLORÉS CONCERNÉS

Chlorométhanes
- Le chloroforme
- Le dichlorométhane
- Le tétrachlorure de carbone

Chloroéthanes
- Le 1,2-dichloroéthane
- Le 1,1,1- trichloroéthane

Chloroéthènes
- Le 1,2-dichloroéthylène
- Le trichloroéthylène
- Le tétrachloroéthylène (ou perchloroéthylène)

SIGLES UTILISÉS

CM	Dichlorométhane (chlorure de méthylène)
CCl4	Tétrachlorure de carbone
TRI 111	1,1,1 trichloroéthane
TRI	Trichloroéthylène
PER	Tétrachloroéthylène (perchloroéthylène)

Il est important d'observer les caractéristiques propres aux différents solvants afin d'évaluer leur impact sur les différents compartiments environnementaux.
Par exemple, leur durée de vie dans l'atmosphère est extrêmement variable *(tableau 1)*.
Remarque : le 1,2-dichloroéthylène commercial est un mélange des 2 isomères cis et trans, avec prédominance de l'isomère cis.

** Étude réalisée par Organisation et Environnement à la demande des 6 agences de l'Eau et du ministère de l'Environnement (Étude Inter Agences n° 10, avril 1993)*

Tableau I - Propriétés physico-chimiques des solvants chlorés

Composé	Description physique et propriétés	Masse spécifique g/cm³	Masse molaire	Température d'ébullition	Pression vapeur à 20 °C	Solubilité dans l'eau à 25 °C	Coefficient de partage octanol/eau	Limite de détection
CM (CH_2Cl_2)	Liquide incolore. Les vapeurs sont inflammables et non explosibles.	1,32	84,94	39,5 °C	46,5 kPa	13 - 16,2 g/l	1,25	1 µ/l
Chloroforme ($CHCl_3$)	Très réfringent, inflammable, liquide lourd sucré, très volatile, odeur éthérée.	1,48	119,39	61,5 °C	20,8 kPa	7,7 - 9,6 g/l	1,95 + 0,02	0,1 µ/l
CCl_4	Liquide, inflammable, incolore, odeur caractéristique.	1,59	153,84	76,7 °C	12,1 kPa	0,78 - 0,8 g/l	2,72 + 0,15	0,1 µ/l
TRI 111 (CH_3CCl_3)	Liquide incolore inflammable, corrode l'aluminium. Réagit violemment à l'oxygène, sur la soude.	1,33	133,42	74,1 °C	13,3 kPa	1,4 - 1,5 g/l	2,49	0,1 µ/l
TRI ($CHCl_3$)	Liquide incolore fluide.	1,46	131,40	86,7 °C	79,9 kPa	1 - 1,1 g/l	2,29 - 2,42	0,1 µ/l
PER (CCl_2-CCl_2)	Liquide clair incolore.	1,62	165,83	121 °C	19 kPa	0,15 g/l	2,60	0,1 µ/l
1,2-dichloroéthane	Liquide incolore fluide	1,25	98,96	84 °C	84,9 kPa	5,5 - 8,6 g/l	1,92	0,1 µ/l
1,2-dichloroéthylène (Z)	Liquide incolore fluide d'odeur douce. Très inflammable.	1,25	96,95	48,35 °C	35,3 kPa	7,7 g/l	2,55	5 µ/l
1,2-dichloroéthylène (E)	Liquide incolore fluide d'odeur douce. Très inflammable.	1,27	96,95	60,25 °C	23,9 kPa	6,3 g/l		1 µ/l

Sources : Montiel (1984, REIS. (1989)

Les solvants chlorés dans l'atmosphère

Les trois principales caractéristiques à considérer pour comprendre l'évolution des solvants chlorés dans l'atmosphère sont la volatilité qui traduit la capacité d'un composé à passer du milieu aquatique à l'air, la photosensibilité et la solubilité dans l'eau *(tableau II)*.
Certains solvants chlorés se décomposent rapidement sous l'effet des radicaux hydroxyle formés par photolyse des molécules d'ozone trophosphérique.
Le per, le tri et le chloroforme ont une faible durée de vie dans l'atmosphère avant décomposition. Leur potentiel de retour vers les eaux de surface par voie humide est limité de ce fait.
Le chlorure de méthylène est plus stable dans l'atmosphère. Son comportement est intermédiaire entre celui des chloroéthènes et des solvants destructeurs de la couche stratosphérique d'ozone.

Tableau II- Stabilité photochimique des solvants chlorés dans l'atmosphère.

Solvant chloré	Temps de demi-vie
Tri 111 (*)	3,7 ans
CCl_4 (*)	2 à 10 ans
CM	10 à 33 semaines
Tri	5 à 11 jours
Per	94 jours
Chloroforme	70 à 123 jours

* Concerné par la convention de Montréal

Les deux solvants chlorés concernés par le Protocole de Montréal ont une durée de vie importante dans la troposphère et disposent d'un potentiel de déposition par voie humide important. Toutefois, ils ne sont plus préoccupants dans la mesure où ils devront disparaître d'ici 2000 et 2005.

DEVENIR DANS LE MILIEU AQUATIQUE

Les eaux de surface

Selon le rapport élaboré par les experts de la Commission du Rhin [5], le coefficient d'émission de solvants chlorés dans les eaux de surface par rapport aux utilisations pourrait se situer entre 0 et 1 % des utilisations.
Des mesures de contamination chlorée des effluents urbains rejetés à la mer par la station d'épuration ont été réalisées dans 4 villes. Les concentrations varient entre 1 et 20 mg/l .
Le chloroforme, le tri, CCl4, tri 111, et per sont les 5 solvants chlorés couramment identifiés dans les effluents urbains. A l'exception du chloroforme, les concentrations relativement importantes de ces solvants dans les eaux de surface s'expliquent par les rejets importants de ces solvants dans l'environnement. La présence du chloroforme s'explique plutôt par les procédés de chloration des eaux de distribution. Le traitement au chlore et à l'hypochlorite de sodium des eaux naturelles contenant une forte proportion de substances organiques (fulviques et humiques) occasionne la formation de trihalométhanes, et en particulier de chloroforme.
Une expérience menée en 1986 sur les eaux potables chlorées a mesuré une concentration d'environ 25 µg/l de chloroforme. Ce composé constituait 42 % des solvants chlorés présents (Aggazzotti, 1986).
Le per a fait l'objet de mesures relatives aux eaux ayant séjourné dans des tuyaux en amiante-ciment recouverts d'un film de vinyltoluène. Plusieurs mg de per ont pu être détectés. Cette présence de solvant chloré dans les eaux urbaines a été prise en considération par l'EPA qui a fixé à 10 µg/l la quantité maximale de per pouvant migrer du tuyau dans l'eau.

Caractéristiques des solvants chlorés à considérer pour évaluer leur impact sur le milieu aquatique

Ces caractéristiques sont les suivantes : solubilité dans l'eau, volatilité, photosensibilité, hydrolyse, biodégradation aérobie, adsorption sur les matières en suspension.

Transfert eau-atmosphère

Les solvants chlorés sont des composés extrêmement volatils. Ils ne restent pas dans les eaux de surface. On les retrouve très rapidement dans l'atmosphère (Dilling et al., 1975) *(tableau 3)*.
La cinétique de volatilisation pour le per et le CM suit une équation du premier degré : la vitesse de volatilisation de ces

composés est indépendante de la concentration initiale des solvants dans l'eau (Zytner & St-Pierre, 1989).
Le passage d'un solvant chloré de l'air vers le milieu aquatique est réalisable par déposition humide sous deux conditions :
- si sa stabilité photochimique dans l'atmosphère est suffisamment grande pour que le solvant reste longtemps dans l'air sans se décomposer,
- s'il se s'hydrolyse pas.
Les composés éthyléniques halogénés comme le tri ou le per ont des durées de demi-vie de quelques jours dans l'air. Leur retour vers les eaux de surface est limité.
Le tétrachlorure de carbone continue à s'accumuler dans la troposphère et, malgré sa faible solubilité, est susceptible d'être retrouvé partiellement dans les eaux de surface.
Ce phénomène peut avoir lieu dans une moindre mesure avec le chlorure de méthylène dont la stabilité chimique dans l'air est seulement de plusieurs mois mais qui est encore émis en grandes quantités.
Le tri 111 est stable dans l'air mais s'hydrolyse trop vite dans l'eau de pluie pour pouvoir retourner dans les eaux de surface par déposition humide.
Les eaux pluviales peuvent présenter des teneurs en solvants chlorés comprises entre 10 et 100 µg/l.

Diffusion dans l'eau
Le flux massique dans l'eau par diffusion constitue également un important processus physique de transport des solvants chlorés.
Le per se diffuse lentement dans l'eau : dans le cas d'un déversement de per dans une eau stagnante, la récupération du solvant est possible. Elle a le temps d'être réalisée avant diffusion dans l'eau.

Photosensibilité
Les solvants chlorés peuvent faire l'objet d'une photolyse directe dans l'eau. Ce phénomène a lieu pour le chlorure de méthylène. Des divergences subsistent entre experts quant à la réactivité du tri et du per, et à la photodégradation dans l'eau (St Pierre, Zytner, 1989).

Hydrolyse
Les chlorométhanes et surtout les chloroéthylènes résistent souvent à l'hydrolyse. Les chlorométhanes à plusieurs atomes de chlore peuvent néanmoins se dégrader par solvation.
Par contre le tri 111 s'hydrolyse extrêmement rapidement en formant du chlorure de vinyle à température ambiante. En raison de sa grande volatilité, ce produit n'est pas décelé dans les eaux de surface (Mc Connell, 1976).

Biodégradation aérobie
La demande biologique en oxygène des solvants chlorés est généralement faible, bien qu'une décomposition par oxydation biologique ne soit pas exclue (Mc Connell, 1976).

Adsorption sur les matières en suspension
Comme toutes substances hydrophobes, les solvants chlorés s'adsorbent facilement sur les matières solides présentes dans les eaux. Le coefficient de partage octanol/eau caractérisant la lipophilie permet d'évaluer la tendance des différents composés. L'utilisation de ce coefficient pour la prédiction de la capacité d'adsorption est possible pour les substances lipophiles, ce qui est le cas des solvants chlorées *(tableau 1)*.
Le transfert des solvants chlorés dans les eaux de surface dépend plutôt de la dynamique sédimentaire que des mouvements de masses fluviales (Marchand, 1989).

Conclusions
A l'exception du tri 111 qui présente la particularité de s'hydrolyser, le comportement des différents solvants chlorés est à peu près le même pour tous. Ce sont des composés très volatils qui ne restent pas longtemps dans le milieu aquatique. Ils s'évaporent facilement ou bien s'adsorbent sur les matières solides présentes dans les eaux.
Le phénomène de déposition atmosphérique peut être important (quoiqu'il soit très difficile de le chiffrer) en particulier pour les solvants chlorés dotés d'un temps de demi-vie suffisamment long dans l'air.

TRANSPORTS DES SOLVANTS CHLORÉS DANS LES SOLS

Origines de la contamination des eaux souterraines

Les solvants chlorés présents dans les eaux de surface ont la possibilité de s'en échapper par volatilisation. Ce phénomène ne peut avoir lieu dans les eaux souterraines dont les teneurs en contaminants de ce type ne cessent d'augmenter.
L'origine des pollutions des nappes phréatiques :
- les accidents de transports routiers ou ferroviaires, ou même de canalisation,
- le stockage de déchets industriels sur des sites non appropriées (ou infiltration des eaux usées),
- l'enfouissement technique d'ordures ménagères. En 1990, 20 millions de tonnes de déchets domestiques ont été placés en décharge de classe 2,
- les calculs ont suggéré que le transport aérien pourrait être un facteur important car les solvants chlorés déposés par voie pluviale s'infiltraient ensuite vers les eaux souterraines.
Toutes ces pollutions des sols sont sources de contamination des eaux souterraines.

***Tableau III**- Taux d'évaporation de composés chlorés en solution aqueuse diluée*

Solvant chloré	Temps pour l'évaporation du milieu aqueux en minutes	
	50 %	90 %
Tri 111	20 ± 3	69 ± 11
CCl_4	29	97
CM	21 ± 3	69 ± 11
Tri	21 ± 3	69 ± 11
Per	25 ± 3	83 ± 11
Chloroforme	21 ± 4	71 ± 12
1,2-dichloroéthane	29	96
* dichloroéthylène (cis)	18	64
* dichloroéthylène (trans)	24	83

Source : Montiel, 1984
* Le dichloroéthylène commercial est un mélange des deux isomères cis et trans.

Processus d'infiltration dans les nappes phréatiques : critères favorisant le mouvement des solvants dans les sols

Lipophilie

Les solvants chlorés sont très lipophiles. Leur coefficient de partage octanol/eau est élevé et ils sont adsorbés de façon importante sur les sédiments, les sols, les alluvions. Ce processus est réversible. Toutefois, cette caractéristique leur permet de rester dans les sols malgré leur grande volatilité.

L'équilibre d'adsorption régi par les propriétés d'un composé n'est établi que dans la limite de vitesses de déplacement inférieures à 0,1 cm/min. Or, les solvants chlorés sont extrêmement mobiles dans les sols et vont rapidement atteindre les zones aquifères des sols propices aux infiltrations.

Densité et viscosité

Leur densité leur permet de s'infiltrer facilement dans les différentes zones souterraines, processus accéléré par leur faible viscosité *(tableau 4)*.

La densité des solvants chlorés dans l'eau varie de 1,3 à 1,6. Lorsqu'ils atteignent les nappes souterraines, ils s'accumulent au fond et il est extrêmement difficile et coûteux de traiter les nappes contaminées.

Facteur d'atténuation

L'importance des infiltrations de substances dans les nappes phréatiques est estimée grâce à leur facteur d'atténuation *(tableau 5)*. Ce facteur est calculé par le rapport eau sortie du dépôt/eau d'un puit à 500 m. Les solvants chlorés, et en particulier le tri, ont des faibles facteurs d'atténuation : ils atteignent rapidement les eaux souterraines dans des sols propices aux infiltrations.

***Tableau IV** - Viscosité des solvants chlorés*

Produit	Viscosité
Eau	1,01
Tri	0,40
Per	0,54
Tri III	0,65
CM	0,32
Chloroforme	0,38
CCl_4	0,61

Source : Montiel, 1984

***Tableau V** - Facteur d'atténuation des solvants chlorés*

Solvant	Poids moléculaires	Facteur d'atténuation
Dichloroéthane	99	115
Tri	156	465
Chloroforme	120	3 300
Per	166	4 760

Source : Montiel, 1984

Situation géographique

Les solvants sont susceptibles d'atteindre particulièrement rapidement les nappes préatiques à condition que la nature du sol s'y prête. Plusieurs critères relatifs au sol permettent de prévoir les possibles infiltrations : perméabilité du sol, granulométrie du sol, porosité du drainage à l'intérieur des agrégats, proximité de la nappe phréatique...

CONSOMMATION ANNUELLE DE SOLVANTS CHLORÉS EN FRANCE

Les trois principaux producteurs de solvants chlorés sur la France sont Atochem, Dow France et Solvay qui détiennent chacun environ 30 % du marché. ICI et quelques petits fournisseurs se partagent les 10 % restants *(tableaux 6 et 7)*.

Evolution des consommations

La consommation française de solvants chlorés, suivant la tendance observée à l'échelle européenne ne cesse de diminuer *(tableau 8)*.

Consommations par types d'utilisation

Le *tableau 9* présente les tendances suivantes :

. 3 principales sources potentielles de pollution diffuses (ou "petits ponctuels") dues à des secteurs artisanaux :

- les ateliers de travail des métaux : le dégraissage métallique peut être à l'origine de rejets accidentels et de rejets de recondensation (tri et tri 111),
- les pressings : la phase aqueuse est rejetée après distillation. Les entreprises de nettoyage à sec consomment quasi exclusivement du perchloréthylène,
- les ateliers de décapage de peinture qui utilisent du chlorure de méthylène,

. Des sources non négligeables de pollution diffuse par les produits grand public :

- aérosols, qui conduisent à la pollution atmosphérique par le chlorure de méthylène,
- utilisations diverses de tri et de produits contenant du tri 111.

. Des utilisations de ces solvants chlorés dans l'industrie qui peuvent être réparties en deux catégories :

- l'utilisation en application chimique, dans les process (extraction, synthèse...). Dans ce cas on considérera que les rejets provenant de ces utilisations sont de type ponctuel.
- les autres utilisations de type grand public, pour l'entretien, le nettoyage, etc. Dans ce cas, la consommation de ces produits a été répertoriée dans la catégorie d'utilisation correspondante.

***Tableau VI** - Consommation de solvants chlorés en France*

Solvant chloré	Consommation en France en tonnes/an
Chlorure de méthylène (CM)	28 000 - 30 000
Trichloroéthylène (tri)	24 000 - 28 000
Tétrachloroéthylène (per)	21 000 - 22 000
Trichloroéthane 1,1,1 (tri 111)	24 000 - 26 000
Tétrachlorure de carbone (CCl_4)	quelques centaines
Chloroforme	quelques centaines
Dichloroéthylène	de l'ordre de dizaines à centaines de milliers de tonnes
Dichloroéthane 1,2	de l'ordre de dizaines de milliers de tonnes

Sources : Cefic (1990), Atochem (1991)

Tableau VII - Utilisation des solvants chorés

Nom chimique	Application
Tétrachloroéthylène (synonyme : perchloroéthylène, per)	Solvant en nettoyage à sec (50 à 60 %). Solvant en nettoyage de métaux intermédiaire dans la production de fluorocarbonés. Process et finition dans l'industrie du textile. Solvant d'extraction, fluide d'échanges thermiques. Décaféination. Fabrication des colles. Encre et produits d'entretien.
1,2-Dichloroéthane	Intermédiaire pour la production de chlorure de vinyle. Matière première pour la production de solvants chlorés (per, tri 111, tri). Additif pour gas oil. Extraction des huiles et graisses.
Trichloroéthylène	Dégraissage de métaux. Extraction par solvant. Solvant portant.
1,1,1-Trichloroéthane (Concerné par le protocole de Montréal)	Nettoyage industriel. Dégraissage métaux et plastique (froid ou vapeur). Formulation d'adhésifs, extraction par solvant (remplaçant de CCl_4 et tri).
Dichlorométhane (syn : chlorure de méthylène)	Dissolvant peintures, vernis dégraissage métaux. Extraction par solvant, décaféination, propulsion (aérosols), réfrigérant. Agent "soufflant" dans les mousses de PU*. Production fibres d'acétate.
Trichlorométhane (syn : chloroforme)	Extraction dans la préparation de médicaments, pesticides, arômes. Propulseur (aérosols). Production en électronique, CFC, photodégraissant.
Tétrachlorure de carbone (Concerné par le protocole de Montréal)	Production de CFC. Solvant, extractant industriel. Fabrication de produits organiques, fluides semi-conducteurs. Agent "soufflant" pour mousse.
1,2-dichloroéthylène	Extraction basses températures (caféine, teinture, parfums vernis, thermoplastiques, gras, phénol). Fabrication de solutions de caoutchouc. Intermédiaire chimique dans la synthèse d'autres solvants et composés chlorés. Matière première de fabrication de styrène, fluide anti-détonnant fumigeant.

PU* = polyuréthane

Tableau VIII - Évolution de la consommation des 4 principaux solvants chlorés (France)

Solvant chloré	consommation en 1980 (1) (tonnes/an)	consommation en 1985 (1) (tonnes/an)	consommation en 1990 (2) (tonnes/an)
Tri	49 000	32 300	24 000 - 28 000
Per	38 000	27 500	21 000 - 22 000
Tri 1,1,1	34 000	31 500	26 000 - 28 000
CM	28 000	29 200	28 000 - 30 000

Sources : (1) Citepa, (2) Cefic

Tableau IX - Répartition des quatre principaux solvants chlorés par type d'utilisation (en tonnes/an)

Solvant chloré utilisation	Tri	CM	Tri 111	Per
Dégraissage métallique	21 500	1 500	23 500	3 500
Nettoyage à sec	0	0	0	17 000
Décapage peinture (domestique compris)	0	12 000	0	0
Aérosols	0	5 600	1 300	0
Autres produits grand public	1 500 - 5 000	2 000 - 3 000	2 000 - 3 000	0
Applications chimiques (rejets ponctuels)	1 000 - 1 500	6 000 - 8 000	< 1 000	500 - 1 500
Total consommation	24 000 - 28 000	28 000 - 30 000	26 000 - 28 000	21 000 - 22 000

Sources : Dow France, Atochem, Solvay France, 1991, Sits, 1992.

Caractéristiques des principaux secteurs utilisateurs de solvants chlorés

Nettoyage et dégraissage métallique

Lavage : procédé mécanique visant à éliminer les impuretés d'un produit.

Dégraissage : procédé chimique visant à éliminer huiles et graisses d'un produit.

Le nettoyage peut être l'un de ces deux procédés ou bien l'ensemble des deux.

Le dégraissage métallique peut s'effectuer des différentes façons suivantes : par essuyage au chiffon, au pinceau, par aspersion à la fontaine, par simple immersion dans une cuve ouverte ("au trempé"), par utilisation d'une machine à dégraisser sous vapeur.

Secteurs concernés par le dégraissage métallique

La métallurgie

Ce secteur industriel est constitué de cinq sous-secteurs : la mécanique, la production de métaux (1re transformation), les transports automobiles, la construction électrique et électronique, la construction aéronautique et navale.

Les garages
Les garages, au nombre de 22 000, sont représentés par un syndicat unique, le Gipa, et ne sont pas comptabilisés parmi les industries de la mécanique.
Leur consommation globale de solvants chlorés a été estimée à 15 000 tonnes par an. Elle est probablement plus faible à ce jour dans la mesure où les investissements des plus gros garagistes s'orientent vers le dégraissage lessiviel.
En général, les garages utilisateurs de solvants chlorés réalisent le dégraissage des pièces de réparation à froid, sans machine (pinceau, chiffon...) ou bien "à la fontaine" c'est-à-dire par lavage dans un jet de solvant récupéré par pompage.
Les rejets de l'ensembe des garages sur le territoire ont été évalués à :
- 60 % de rejets atmosphériques, soit environ 9 000 tonnes/an.
- 40 % de déchets, c'est-à-dire environ 6 000 tonnes (Citepa, 1988). Les chiffres de 1992 sont probablement plus faibles.
D'après les analyses réalisées par Périchimie, les déchets chlorés des garages présentent des teneurs en solvants chlorés d'environ 70 %.
Officiellement, il n'y a pas de rejets directs dans l'eau, mais une partie des 40 % comptabilisés dans les déchets est susceptible d'être rejetée dans les réseaux d'assainissement.

Consommation de solvants chlorés pour le dégraissage/nettoyage de métaux
Le dégraissage métallique précède en général des opération telles que traitements mécaniques, traitements chimiques, traitements électrochimiques, vernissage ou revêtement.
Le poids respectif de chacun des solvants dans la consommation globale attribuée au secteur du dégraissage métallique sont répartis comme indiqué au *tableau 10*.
Parmi les solvants classés dans la rubrique "divers" sont inclus le CM, le Fréon 113 et le 1,2-dichloroéthane encore utilisé de façon marginale pour le dégraissage métallique. Malgré les directives de la Convention de Londres, le tri 111 est encore largement utilisé et le panorama du marché des solvants de dégraissage devrait être grandement modifié dans les années à venir.
L'évolution est la suivante : essor du dégraissage lessiviel pour les procédés en milieu aqueux et retour au tri, dans de nombreux cas.

Nettoyage à sec
Le parc de machines de nettoyage à sec de textiles en France comprend environ 10 000 unités de 10/12 kg de capacité réparties sur 8 000 pressings.
Le secteur d'activité semble traverser une phase économiquement difficile. Le nombre de pressings est actuellement en régression. Environ 2 000 unités devraient être amenées à disparaître d'ici les 2 ou 3 prochaines années.
En France, la consommation de per associée au nettoyage à sec est de 17 000 tonnes en 1990.
Une diminution des quantités de solvant utilisé dans les pressings est observée depuis plusieurs années et s'explique par :
- une proportion croissante de machines dotées de systèmes de régénération interne, à consommation de solvant réduite. Les nouvelles machines apparues sur le marché fonctionnent, suivant les impératifs réglementaires, en circuit fermé,
- de nombreux pressings sont amenés à déposer le bilan. En général ces petites entreprises en difficulté mettaient en œuvre des machines équipées de circuit ouvert, grandes consommatrices de solvant.
Cette tendance devrait se confirmer dans les années à venir.

Décapage de peinture
Lors des revêtements de peinture et vernis, les éléments métalliques de supportage des pièces à traiter sont recouverts de multiples couches. Un décapage doit être réalisé périodiquement.
La consommation globale de chlorure de méthylène pour le décapage peinture s'élève à environ 12 000 tonnes annuelles (producteurs, 1992) réparties également entre l'industrie et le grand public.
Pour le chlorure de méthylène comme pour les autres solvants chlorés déjà cités, le risque principal de pollution des eaux viendrait d'une collecte imparfaite des déchets.

Autres utilisations grand public
Les solvants chlorés utilisés en grande consommation sont principalement le tri, le tri 111 et le chlorure de méthylène (pour d'autres utilisations que le décapage peinture).
Les produits de grande consommation rassemblent de l'ordre de 10 % de la globalité des solvants chlorés mis sur le marché français, c'est-à-dire environ 12 000 tonnes par an (producteurs, 1992).
Ils concernent les colles, adhésifs, produits d'entretien, détachants, production d'encres, aérosols...

Tableau 10 *- Consommation de solvants chlorés pour le dégraissage métallique*

Solvant chloré	1984 (1) tonnes/an	% de la consommation totale, 1984 (1)	1991 (2) (tonnes/an)	% de la consommation totale, 1991 (2)
Tri	32 000	38,5	21 500	43
Per	7 000	8,43	3 500	7
Tri 111	33 600	48,2	23 500	47
Divers (dont CM)	10 476	12,6	1 500	3
Total	83 076		50 000	

Source : ECSA (1988) (1), FIM (1992) (2)

RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Les données précédemment collectées sont en général fournies à l'échelle européenne ou nationale, plus rarement au niveau des bassins.
Il est néanmoins envisageable d'évaluer les sources de pollutions diffuses sur chacun des bassins en classant les activités concernées en trois catégories :

Produits grand public et pour garages
La consommation de produits à base de solvants chlorés occasionne des rejets diffus sur le lieu d'habitation. La répartition géographique des émissions dans l'environnement pour ce type de produits est déterminée par la densité de population.

Solvants chlorés utilisés par les petites entreprises et ateliers de dégraissage métallique
L'industrie de la métallurgie est la première intéressée par le dégraissage métallique, c'est-à-dire par les rejets les plus importantes de tri et de tri 111 *(tableau 11)*.

Utilisation du perchloréthylène en nettoyage à sec

La région parisienne présente clairement la densité de pressings la plus importante. Ceci correspond à la densité de population *(tableau 12)*.

Il est à noter que le bassin Adour-Garonne, dont l'agence est à l'origine des premières initiatives en faveur de l'aide au traitement des déchets de pressings, ne représent que 10,7 % des entreprises de nettoyage à sec en France.

Tableau XI - Répartition géographique des industries de la métallurgie

Bassin	Nombre d'entreprises	Pourcentage
Seine-Normandie	6 729	34,3 %
Rhône-Méditerrannée-Corse	4 721	24,1 %
Artois-Picardie	1 416	7,2 %
Rhin-Meuse	1 365	7 %
Adour-Garonne	1 187	6,1 %
Loire-Bretagne	3 986	20,3 %
Non ventilés	194	1 %
Total	19 598	100 %

Sources : Sessi, 1989

ACTIONS EN COURS

Traitement des solvants chlorés après utilisation

Les deux possibilités s'offrant à l'utilisateur de solvants chlorés sont principalement la régénération, qui ne concerne aujourd'hui que 10 % des solvants chlorés consommés sur le territoire (10 000 à 11 000 tonnes de solvants chlorés par an) et l'incinération. Une troisième éventualité est constituée par la mise en décharge de classe 1, mais à terme cette possibilité sera proscrite.

Enfin, il ne faut pas négliger la mise en décharge de classe 2, en mélange avec les ordures ménagères où les déchets industriels banals (cas des déchets de nettoyage à sec, par exemple).

Cet ultime mode de "traitement" peut être à l'origine de phénomène d'infiltration dans les sols pouvant se révéler d'une extrême gravité pour les eaux souterraines.

Tableau XII - Répartition des pressings par bassin

Bassin	SN	LB	AG	RMC	RM	AP
Nombre de pressings	3 588	1 833	1 055	2 382	485	457
Pourcentage (France)	36,6 %	18,7 %	10,7 %	24,3 %	5 %	4,7 %

Source : CFET, 1992

Tableau XIII - Incinérateurs de solvants chlorés

Société	Site	Capacité	Observations
Gerep	Mitry-Mory	25 000 t/an	7 à 10 % chlorés
Tredi	Salaise s/Sanne	40 000 t/an	
Tredi	Saint-Vulbas	30 000 t/an	
Siap	Bassens	20 000 t/an	
Sarp Industries	Limay	70 000 t/an	

Sources : ANRED (1988), EMC Services (1992)

Incinération de solvants chlorés

L'incinération de déchets chlorés est réalisée par les principales sociétés spécialisées comme Tredi, première société sur le marché pour les solvants industriels ou Sarp industrie *(tableau 13)*.

Au cours de l'année 1991, 9 000 à 10 000 tonnes de solvants chlorés furent incinérés par des sociétés spécialisées. Ces quantités représentent 10 % de la consommation totale en France.

Le coût de l'incinération de liquides chlorés est compris entre 1 500 et 7 000 francs la tonne à brûler, en fonction du taux de chlore, pour des déchets contenant plus de 10 % de chlore en poids. Le coût moyen de l'incinération de déchets chlorés se situe généralement entre 2 000 et 3 000 francs la tonne.

L'incinération de solvants chlorés génère la formation d'acide chlorhydrique dont les normes de rejet ont été nouvellement modifiées dans la réglementation française. Ce procédé d'élimination va devenir plus coûteux dans les années à venir ; toutefois, il devrait se généraliser.

Régénération de solvants chlorés

Le secteur de la régénération conserve une image ancestrale de médiocrité dans les prestations (image du vieil alambic...) ; les solvants régénérés sont rarement utilisés pour le process. Une qualité minimale est nécessaire pour assurer un rendement normal du solvant, même pour le nettoyage. Les clients désirent s'assurer de la qualité des solvants chlorés régénérés.

A ce jour, environ 10 % des solvants chlorés consommés en France sont les produits de la régénération.

Il est possible d'utiliser des solvants régénérés pour certaines activités de nettoyage à condition de vérifier la qualité du produit, par chromatographie par exemple.

La Fédération des Industries de la Mécanique préconise une grande vigilance de la part de ses membres vis-à-vis des solvants chlorés régénérés et conseille en particulier de vérifier l'accréditation de la société de régénération auprès de l'AFNOR.

Pour les solvants chlorés, la régénération coûte moins cher que la destruction (sur la base d'un coût de destruction de 4 100 F la tonne, ce qui est supérieur aux prix moyens. De plus il est possible de récupérer une partie du solvant : la revalorisation des produits souillés est réalisée pour 60 % du tonnage initial

Elle représente donc une économie notable pour les industriels qui ne doivent se fournir qu'avec 40 % de produit neuf.

Selon le premier régénérateur français, la Société Nouvelle Fradin, 60 % du tonnage traité est fourni par les grands groupes industriels, en particulier l'automobile *(tableau 14)*.

Les PME et PMI fournissent 40 % du tonnage traité, pour un tonnage moyen de 15 tonnes/mois par entreprise. Il s'agit principalement d'ateliers de dégraissage métallique.

En général, l'exploitant ne récupère pas le solvant régénéré.

Tableau XIV - Principaux régénérateurs de solvants chlorés

Nom du centre et localisation	Fonctions et capacité de traitement	Observations
Société Nouvelle Fradin (SARL) ..... 78 - les Mureaux	15 000 tonnes/an	CR et distillation
Speichim (Spie Batignolles) ..... St. Vulbas, 43 - Brioude 64 - Mourenx	4 000 - 5 000 tonnes/an	Solvants chlorés seuls comptabilisés
SA De Chamboux ..... 74 - La Roche-Foron	500 tonnes/an	EV chlorés uniquement collecte
Brabant Chimie ..... 45 - Corbeilles	3 000 tonnes/an	EV et CR collecte
Gache Chimie ..... 31 - Toulouse	1 000 tonnes/an	SV collecte
Langlois-Chimie ..... 35 - St. Jacques de la Lande	1 500 tonnes/an	Collecte
Produits Chimiques d'Auvergne ..... 63 - Cournon d'Auvergne	3 000 tonnes/an	Distillation solvants chlorés uniquement
Regesolve ..... 59 - Tourcoing	500 tonnes/an	1 % chlorés
Scoredi ..... 27 - Romilly-sur-Andelle	9 000 tonnes/an	Chlorés et fluorés
Solvatec ..... 60 - Rieux	Non fourni	CR et SV

Sources : guide pour l'élimination et la valorisation des déchets industriels, ANRED, 1989, Société Nouvelle Fradin, Speichim, 1992
Remarque : CR : colonne de rectification, EV : entraînement à la vapeur, SV : sous vide.

Initiatives des industries concernées

Initiatives de producteurs

Les producteurs sont à l'origine de la création, il y a 2 ou 3 ans, d'associations visant à organiser la récupération des solvants chlorés usagés. Ces associations ont été créées pour le nettoyage à sec et ne fonctionnent pour l'instant pratiquement que sur ce secteur. Toutefois, elles sont appelées à se développer dans d'autres secteurs, en particulier le dégraissage métallique. Ces associations regroupent contractuellement des entreprises productrices ou distributrices de solvants chlorés avec les collecteurs et spécialistes du traitement des déchets chlorés. Elles ont pour objectif de limiter l'élimination incontrôlée de déchets contaminés par les solvants chlorés (les culots de distillation de machines de nettoyage à sec), de boues ou de fûts de solvants chlorés usés. Elles coordonnent la distribution de produits neufs, la collecte et le traitement des solvants usés et des déchets. Au nombre de 3 elles regroupent respectivement les sociétés indiquées au *tableau 15*.

A ce jour, 605 pressings, sur les 9 800 existants en France, font appel à ces services associatifs, c'est à dire 6,2 %. Sur les 4 800 tonnes de solvants chlorés résiduels des entreprises de nettoyage à sec, à peine plus de 2 % sont collectés par l'une de ces associations. L'exploitant du pressing (ou de la PME mettant en œuvre des procédures de nettoyage ou de dégraissage métallique) peut passer un accord avec l'une de ces associations. Il s'engage ainsi à faire collecter et traiter ses déchets pour un coût moyen de 8-10 F/kg de déchets.

Les fûts de déchets chlorés fournis par les pressings renferment des quantités de solvants difficilement régénérables (fûts de 30 kg, le plus souvent). Ces déchets sont incinérés par des sociétés spécialisées.

Certaines Agences de l'Eau subventionnent les pressings adhérant au système Ecoper à hauteur de 1,20 F/kg de déchet chloré collecté. Dans ce cas, l'exploitant signe une convention directement avec l'agence de l'Eau, qui lui décerne le label "vêtements nettoyés et nature protégée".

Sur le bassin Adour-Garonne, environ 340 pressings (sur les 1 055 existant sur le bassin) ont aujourd'hui signé la convention avec l'agence de l'Eau. L'agence Rhône-Méditerranée-Corse a récemment lancé cette opération et contracté avec environ 20 adhérents.

Malheureusement, de nombreux pressings signataires ne respectent pas leurs engagements et se contentent d'afficher le label vert sans faire effectuer la récupération de leurs déchets.

Initiatives des consommateurs de solvants chlorés en dégraissage/nettoyage métallique

La Fédération des Industries Mécaniques qui regroupe environ 7 000 adhérents, parmi les 15 000 à 20 000 sociétés concernées par le dégraissage métallique, a entrepris d'estimer l'importance du problème des déchets sur son secteur d'activité en envoyant un questionnaire "déchets" à chacun de ses membres.

Tableau XV - Associations pour la récupération des déchets chlorés

Système	Producteur	Collecteur (sans exclusivité)	Eliminateur	Nombre pressings adhérents	Tonnage/annuel
Ecoper	Atochem	distributeurs	Sarp	~ 360	~ 35 tonnes
Charte des solvants	Dow France	distributeurs	EMC services	~ 100	~ 50 tonnes
Résolus	Solvay	Ipodec (Ile de France) + filiale collecteurs CGE	Sarp Industries	~ 145	10 à 20 tonnes
TOTAL adhérents	-	-	-	~ 605	100 à 105 tonnes

Sources : EMC Services, Ipodec, Atochem, Solvay France (1992)

Le début de l'année 1991 a vu la création de l'association Ecomeca, entre le SITS (matériels de traitement de surface), le SATS, la Fédération des industries de la mécanique et le Cetim, dont l'objectif est le transfert de connaissance vers les petites et moyennes entreprises de la mécanique. Les efforts de communication nécessaires à l'évolution des pratiques d'utilisation des solvants chlorés au sein de cette industrie pourraient s'avérer facilités par l'action de cette association.
Selon le SITS, 50 % des ateliers de traitement de surface sont déjà dotés de systèmes de dépollution.

Les substituts

Le Protocole de Montréal (sept. 1987) vise deux solvants chlorés (CCl_4 et tri 111). Il a été amendé par les conventions de Londres (juin 1990) et du Copenhague (nov. 1992), cette dernière ayant avancé au 1er janvier 1995 l'arrêt de leur fabrication.
Le premier secteur d'activités concerné par ces mesures est le dégraissage métallique.
Le tri 111 était initialement un substitut du tri, reconnu toxique. Pour nombre d'exploitants d'ateliers de dégraissage métallique, l'arrêt de son utilisation signifie le retour au tri dans les cas où la qualité de nettoyage par les hydrocarbures s'avère insuffisante et le dégraissage lessiviel inapproprié.

Hydrocarbures utilisés en dégraissage

Le remplacement des solvants chlorés par des hydrocarbures est envisageable pour le dégraissage métallique, si le procédé ne nécessite pas un nettoyage extrêmement méticuleux.
On observe déjà une nette diminution de la consommation de tri 111 qui s'explique principalement par son remplacement par des mélanges de solvants aliphatiques et aromatiques lourds dont le point d'ébullition est élevé.
Il s'agit de :
- l'essence, le toluène, le xylène, les solvants naphta léger (mélanges), les solvants naphta lourd (mélanges).
Ces produits ont les inconvénient suivants :
- ces substituts hydrocarbonés sont plus chers que le tri 111 (substituts : de l'orde de 10 F/kg ; tri 111 : 5 à 6 F/kg),
- ils sont inflammables,
- ils risquent d'être un jour limités dans leur utilisation en raison de leur réactivité chimique dans l'atmosphère,
- leurs performances n'égalent pas celles des solvants chlorés.
Par contre, l'absence de chlore dans leur formulation se traduit par un coût de traitement (incinération) plus faible. Ils peuvent aussi être régénérés.
Le prix d'achat de ces substituts justifie un certain nombre de mesures à prendre par les utilisateurs afin d'en limiter la consommation.

Procédés aqueux en dégraissage

Les substituts alcalins connaissent un essor important en dégraissage métallique sous certaines conditions.
Ils peuvent être utilisés au cours d'opérations précédant des traitements de surface.
Il semblerait, d'après Mabor Industries (premier constructeur français de machines de dégraissage métallique) que les garagistes adoptent ce type de nettoyage en remplacement des chlorés, lors de l'acquisition de nouvelles machines.
Dans les procédés aqueux, les 3 phases se déroulent séparément : nettoyage, rinçage, séchage.
Les procédés lessiviels peuvent être mis en œuvre sans occasionner d'effluents supplémentaires lorsque les machines fonctionnent suivant une technologie propre comme l'ultrafiltration utilisée en cycle fermé.

Conclusions

Le dégraissage métallique est réalisé à 90 % avec du tri ou du tri 111. Ces solvants sont peu à peu remplacés dans le secteur d'activité par des solutions aqueuses alcalines dont la progression sur le marché est importante et, dans une moindre mesure, par les hydrocarbures.
Toutefois, il semble bien que les substituts ne s'adaptent pas aux petits ateliers, garages, etc, pour lesquels on peut prévoir une continuation de l'utilisation des solvants chlorés.

Résumé du rapport : Miren Helou
L'étude compète est disponible (prix : 120 F) auprès du service Communication/Documentation Agence de l'Eau, Rhin-Meuse, Rozérieulles, BP 19, 57161 Moulins-Les-Metz Cedex. Tél. : 87.34.47.00. Fax : 87.60.49.85.

Annexes

Explication globale des chiffrages

L'étude est réalisée conjointement pour les huit solvants concernés. Toutefois, le 1,2-dichloroéthane et le 1,2-dichloroéthylène ont fait l'objet de peu d'investigations dans la mesure où ils participent très peu au processus diffus de contamination des eaux.
La pollution diffusée par les solvants est estimée en fonction des quantités de pro-

duits consommés par an (chiffres fournis par les producteurs de solvants), par les principales industries et activités mettant en œuvre les solvants chlorés pour le nettoyage, dégraissage, décapage.
Les produits formulés à base de solvants chlorés et consommés par le grand public sont également étudiés dans la mesure où peu d'entre eux sont revalorisés après emploi.
Sur la base de la connaissance des tonnages consommés par chacun des secteurs d'activités, une quantification des rejets diffus de solvants chlorés est estimée en fonction de leur mode d'utilisation pour chaque type d'application (machines, moyens technologiques mis en oeuvre pour la dépollution, importance de la régénération...).
La hiérarchisation des activités polluantes relativement à leurs rejets dans le milieu aquatique continental est ensuite réalisée en considérant de façons quantitative (rejets réels) et qualitative (type de solvants, toxicité, réglementations) l'impact de ces activités sur l'environnement aquatique par voie diffuse.
Les pourcentages sont calculés à partir des valeurs moyennes de consommation, si celle-ci est exprimée sous la forme de plages de tonnages.

Définitions
Il est nécessaire d'expliciter la signification de certains termes employés tout au long de ce rapport relativement aux différents types de sources. Les deux définitions suivantes de l'EPA (Environmental Protection Agency) ont été adoptées :
- Pollution de source ponctuelle : type de pollution de l'eau résultant du rejet des eaux usées en un point identifiable. Les sources de pollution ponctuelles courantes sont les effluents des sites industriels et des stations d'épuration des eaux usées urbaines.
- Pollution de source diffuse : pollution causée par les sédiments, les nutriments, et les substances organiques ou toxiques, tous ces éléments étant issus des activités agricoles ou des retombées atmosphériques, et emportés vers les lacs, et les rivières ou même les eaux souterraines par ruissellement et drainage. Il y a pollution diffuse lorsque les concentrations de ces composants dans les milieux aquatiques dépassent les teneurs naturelles.
Les sources de pollution diffuse ne sont liées à aucun emplacement identifiable. C'est pourquoi les rejets domestiques sont assimilés à des pollutions diffuses. Les petits rejets ponctuels, des entreprises de nettoyage à sec par exemple, ont également été traités dans cette étude.
Des quantités très importantes de solvants chlorés peuvent être disséminées dans l'environnement aquatique de façon involontaire ou accidentelle lors du stockage ou du transport. Il s'agit alors de sources de pollution ponctuelle, malgré la difficulté à maîtriser ces rejets.

Ecotoxicologie et toxicologie
Le potentiel bioaccumulatif des solvants chlorés peut être évalué à l'aide du coefficient de partage octanol/eau (Kow) car ils sont lipophiles. Ce sont des composés peu bioaccumulables : leur coefficient de partage octanol/eau est inférieur à 2,72 .
Les concentrations de per (Kow = 2,60) retrouvées dans le foie de poisson sont comprises entre 11 et 23 µg/kg. A titre de comparaison, les concentrations de DDT (composé extrêmement bioaccumulable de Kow = 6,19) retenues dans le poisson dans les mêmes conditions expérimentales sont comprises entre 168 et 1600 µg/kg.
En ce qui concerne le chlorure de méthylène, des concentrations supérieures à 1 mg/l dans l'eau présentent des risques pour la reproduction de certaines espèces aquatiques (Rapport OCDE, 1982).

Écotoxicologie

Solvant	DL 50 Ingestion sur rat	DL 50 Inhalation sur rat	LC 50 (96 h) Pleuronectes platessa	LC 50 (96 h) Brachydanio rerio	LC 50 (96 h) Salmo Gairdneri	LC 50 (96 h) Lepomis Macrochirus	LC 50 (96 h) Leuciscusidus melanotus	LC 50 (96 h) Pimephales promelas	LC 50 (96 h) Poeciliare-ticulata	LC 50 Daphnia-magna
Tri	4920 mg/kg						136 mg/L	40-67 mg/L		22-100 mg/L
Tri III	11 000-14 000 mg/kg					110/57-90 mg/L	123 mg/L		133 mg/L	>1 300 mg/L
Per	13 00 mg/kg				5 mg/L	46/13 mg/L				18 mg/L
CM	2 136 mg/kg	52 mg/L					521-528 mg/L			310-224 mg/L
CCl_4	1 770-2 800 mg/kg				45-427 mg/L	27,3 mg/L	95 mg/L			35,2 mg/L
$CHCl_3$	1 194 mg/kg 300 mg/kg		28 mg/L	100 mg/L	18 mg/L					29 mg/L
1,2-dichloroéthane	680-850 mg/kg					430 mg/L	356 mg/L	116 mg/lL		250 mg/L
1,2-dichloroéthylène	200-1 500 mg/kg			> 500 mg/L		74 mg/lL		108 mg/L		62-110 mg/L

Source : Eureco, 1990

Toxicologie

Les solvants chlorés ont des répercussions sur la santé : atteintes neurologiques, problèmes cardiovasculaires, atteintes hépatiques et rénales.

Risques présentés par les solvants chlorés

En ce qui concerne la mutagénicité, des études bibliographiques sont en cours à la Commission des Communautés européennes. Des difficultés à publier les résultats semblent se poser en raison de divergences entre auteurs.

Les solvants chlorés les plus dangereux pour la santé humaine sont clairement le tri et le tétrachlorure de carbone.

Les conclusions concernant le CM et surtout le per, qui est noté comme cancérogène potentiel de plus faible catégorie, sont très réservées.

Le moins toxique semble être le 1,1,1 trichloroéthane mais il pourrait de par ses facultés d'altération de la couche d'ozone, présenter indirectement des risques pour la santé humaine.

Risques présentés par les solvants chlorés

Solvant	Toxicité	Carcinogénicité (évaluation IARC)
Tri	Toxique	Animal : mise en évidence douteuse (1979) Homme : pas de mise en évidence (1979) Groupe : 3 (1982)
Tri 111	Nocif	Animal : pas de mise en évidence (1979)
Per	Nocif	Animal : mise en évidence douteuse (1979) Groupe : 3 (1982)
CM	Nocif	Animal : mise en évidence (1986) Homme : pas de mise en évidence (1986)
CCl_4	Toxique (inhalation) Nocif (ingestion)	Animal : mise en évidence (1979) Homme : pas de mise en évidence (1979) Groupe : 2 B (1982)
$CHCl_3$	Nocif	Animal : mise en évidence (1979) Homme : mise en évidence douteuse (1979) Groupe : 2 B (1982)
1,2-dichloroéthane	Nocif	Animal : mise en évidence (1979) Homme : mise en évidence douteuse (1979)
1,2-dichloroéthylène	Nocif	Non étudié par IARC à date de 1986

Sources : IARC

QUELQUES RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Aggazzotti G., Predieri G, Survey of volatile halogenate organics (VHO) in Italy, *Water Ressources*, Vol. 20, N°8, pp.959-963, **1986**.

Anred, Document de travail en vue d'une procédure d'agrément dans le cadre de l'application de l'article 9 de la loi du 15 Juillet 1975, Déchets organohalogénés (hors PCB, **1991**.

Chambre de commerce et d'industrie de Thiers, Étude des problèmes de collecte et de stockage chez les producteurs de déchets, 13 p., sept **1987**.

Citepa, Inventaire expérimental des émissions dans l'atmosphère de composés organiques volatils (COV), 37 p., France, **1985**.

Commission internationale pour la protection du Rhin contre la pollution, Programme d'action Rhin, Inventaire des rejets de substances prioritaires, en 1985 et prévision des réductions de rejets réalisables d'ici 1995, 81 p., **1989**.

Dilling W.L, Bredeweg C.J., Tefertiller N.B., Organic photochemistry simulate atmospheric photodecomposition rates of methylene chloride 1,1,1-trichloroethane, trichloroethylene, tetrachloroethylene, and other compounds, *Environmental Sciences Research*, Vol. 10, N°4, pp. 351-356, avril **1976**.

Gay B.W., Jr, Hanst P.L., Bufalini J.J., Noonan R.C., Atmospheric oxidation of chlorinated ethylene, *Environment Science and Technology*, Vol. 10, N°1, p. 58-67, janvier **1976**.

Herbert P. (ICI), Charbonnier P. (Atochem), Rivolta L. (Montedipe Italy), Servais M. (Solvay), Van Mensh F. (Akzo), Campbell I; (ICI), The occurrence of chlorinate solvants in the environment, *Chemistry and Industry*, 15 December 1986, p. 861-869, **1986**.

Lillian D., Hanwant Bir Singh, Appleby A., Lobban L., Arnts R., Gumpert R., Hague R., Toomey J., Kazazis J., Antell M., Hansen D., Scott B., Atmospheric fates of halogenated compounds, *Environment Science and Technology*, Vol. 9, N°12, p. 1042-1048, novembre **1975**.

McConnell G., Halo organics in water supplies, *Journal of water engineers and scientists*, Vol. 30, p. 431-445, **1976**.

Marchand M., Ifremer, La contamination des eaux continentales par les micropolluants organiques, *Revues des sciences de l'eau*, Vol. 2, p. 229-264, **1989**.

Marchand M., Ifremer, Les polluants organiques toxiques dans les rejets urbains en milieu marin ou estuairien, *T.M.S.- L'eau*, p. 7-17, janvier **1989**.

Montiel A., Les solvants chlorés pouvant être retrouvés dans les eaux souterraines, Service du contrôle des eaux de Paris, 1983-1984, étude réalisée pour le ministère de la Santé.

OCDE, Emissions de composés organiques volatils provenant de l'utilisation de solvants, *Monographie sur l'environnement* N°23, 52p., août **1990**.

Programme OCDE de coopération pour la réduction des risques relatifs à certains produits chimique dangereux. Chlorure de méthylène. Premier rapport documentaire, **1991**.

St Pierre C.C., Zytner R.G., Fate of selected volatile organic substances in aqueous environment water pollution resources, *J. Can*, Vol. 24, N°1, p. 119-142, **1989**.

Singh H.B., Salas L.J., Cavanagh L.A., Distribution, sources and sinks of atmospheric halogenated compounds, *Journal of the air pollution control association*, Vol. 27, N°4, p. 332-336, avril **1977**.

Demain la chimie

Maison de la chimie, Paris, 8 décembre 1993

Colloque sur les formations d'ingénieurs :
- La chimie, une industrie de mutation.
- Pour des besoins variés, des formations diverses.
- Des formations d'aujourd'hui et métiers de demain.

Renseignements : SCI, 28, rue Saint-Dominique, 75007 Paris. Tél. : (1) 45.55.69.46. Fax : (1) 45.55.40.33.

EN BREF

M. FRANCIS BAZILE, PRÉSIDENT DE L'UIC

L'Assemblée générale de l'Union des Industries Chimiques, a procédé à l'élection de son nouveau président, Francis Bazile, directeur général d'Elf Atochem, vice-président de l'Union des Industries Chimiques, en remplacement de Philippe Tripard dont le mandat était arrivé à son terme, et de son nouveau vice-président, Jean Gauvin, directeur général, direction nationale pour la France de la société Solvay, en remplacement de Francis Bazile.
Le comité exécutif, créé par décision de l'assemblée générale extraordinaire du 4 mars 1993 en remplacement du bureau, est constitué du président, du vice-président, du président sortant et du directeur général, Jean-Pierre Ribière.

PHILIPPE TRIPARD, PRÉSIDENT DE LA SCI

La Société de Chimie Industrielle a procédé à l'élection de son nouveau président et de nombreux administrateurs.
Le nouveau président de la SCI est Philippe Tripard et son Bureau est constitué de :
- Gilbert Gaillard, Vice-Président Exécutif,
- Francis Bazile, Vice-Président,
- Jean Gauvin, Vice-Président,
- Philippe Desaulles, Vice-Président,
- Jean Jauvert, Secrétaire du Conseil
- Robert Mas, Rapporteur des congrès
- Louis Debiais, Délégué Général et Trésorier.

D'autre part le Bureau a nommé Hubert de Forceville au poste de Directeur Financier.

NORBERT MARTIN, PRÉSIDENT DE LA FÉDÉRATION DES INDUSTRIES CHIMIQUES DE BELGIQUE

L'Assemblée générale de la FIC (Fédération des industries chimiques de Belgique) a élu Norbert Martin à la présidence de son conseil d'administration. Administrateur délégué de BASF Belgique, il succède à Georges Jacobs. La durée de son mandat est de trois ans. Norbert Martin a été notamment assistant à l'Institut de Recherches économiques et sociales de l'Université de Louvain et a participé à différentes missions dans le cadre de la Ceca et de la CEE avant de devenir administrateur délégué de BASF Chimie en 1969. Il a occupé, au sein du groupe, diverses responsabilités notamment à l'échelon européen.

ANDRÉ ROLLAND, PRÉSIDENT DE LA CHAMBRE SYNDICALE DES INDUSTRIES CHIMIQUES D'ILE DE FRANCE

André Rolland, administrateur et vice-président de Kodak-Pathé, a été élu président de la Chambre Syndicale des Industries Chimique d'Ile de France, lors de l'Assemblée générale du 27 mai 1993. Il succède à Henri Monod, président du Conseil de Surveillance et la Société Française Hoechst.

L'INDUSTRIE PÉTROLIÈRE EN 1992

Les résultats financiers 1992 de l'industrie pétrolière sont mauvais pour l'ensemble des activités. En raffinage-distribution, les sept sociétés pétrolières les plus importantes ont perdu en France glogalement 872 millions de francs (résultat courant économique après impôts) alors qu'en 1991, elles avaient pu dégager un résultat positif de 5,6 milliards de francs. Deux raisons à cela : les marges de raffinage se sont effondrées en 1992, et les marges de distribution sont restées les plus basses d'Europe, ce qui a entraîné la poursuite de la diminution du nombre de stations-service, passé de 22 900 en 1991 à 20 200 en 1992. Et pourtant, la profession a investi en 1992 8,5 milliards de francs.
Dans le réseau des sociétés pétrolières près de 50 % des ventes d'essence sont constituées de supercarburant sans plomb. Des gazoles améliorés, de nouveaux fiouls domestiques ont été mis sur le marché. Des investissements ont été réalisés pour la qualité de l'air et de l'eau. Pour la seule protection de l'environnement sur la période 1991/1999, seront investis 44 milliards de francs dont notamment 5 pour les supercarburants sans plomb, 8,2 pour la désulfuration des gazoles et fiouls domestiques et 8 pour la récupération des vapeurs d'hydrocarbures.
Aujourd'hui, l'industrie pétrolière en France doit faire face à de sérieuses difficultés. Pour rétablir la situation, deux conditions doivent êtres remplies :
- appliquer la même loi pour tous sans subventions ni aides particulières, sans favoriser d'autres formes d'énergies, ni les importateurs vis-à-vis des raffineurs nationaux ;
- développer en matière d'environnement une approche cohérente, rationnelle et concertée. Au lieu de vouloir réglementer dans le détail les activités des sociétés, il est préférable de leur fixer des objectifs précis de qualité de l'environnement avec un échéancier, et d'encourager leurs initiatives en suivant les progrès réalisés.

UFIP (Union Française des Industries Pétrolières), 4, avenue Hoche, 75008 Paris. Tél. : (1) 40.53.70.00. Fax : (1) 40.53.70.49.

DU PONT : PREMIERE UNITÉ DE PRODUCTION EN EUROPE DE LA FIBRE NOMEX

L'investissement est réalisé dans les Asturies (Espagne) et représente 200 millions de dollars. La commercialisation de la fibre devait commencer au début de l'été 1993. Cette usine augmente de 50 % les quantités de Nomex disponibles dans le monde. C'est à Richmond, Virginie, que Du Pont a construit en 1965 l'usine initiale de Nomex, la première fibre résistant à la chaleur et aux flammes à apparaître sur le marché.

Du Pont de Nemours Int. S.A., Case postale 50, CH-1218 Le Grand-Saconnex/GE. Tél. : +41 22 717.51.35. Fax : +41 22 717.60.21.

NOUVEAUTÉS

APPAREILS

Photomicrographie

Le nouvel appareil de photomicrographie instantanée mis au point par Polaroid, le Microcam SLR, est spécifiquement conçu pour répondre aux exigences de tous les utilisateurs de microscopes optiques. Il intègre : un posemètre et un micro-processeur intégrés qui contrôlent le filtrage des couleurs et la durée d'exposition, un obturateur à disque rotatif, et une commutation en mode manuel, si l'utilisateur ne désire pas travailler en mode automatique.
Caractéristiques techniques :
dimensions : 20 x 18 x 18 cm, poids : 1 kg. S'adapte sur tous les tubes oculaires d'observation et photo standards de 23 et 30 mm. S'éteint automatiquement après 18 minutes de non utilisation.
Alimentation électrique : 100 - 240 V ; 50 - 60 Hz. Sortie : 12 VDC ; 1,2 A. Microprocesseur Motorola 68HCII.
Câble de transmission électronique, très court délai avant le déclenchement de la prise de vue pour éliminer les vibrations.
Ecran de visualisation ACL, qui indique (en une des 6 langues proposées) les fonctions sélectionnées.
Prix public : 7 500 F HT (Polaroid MicroCam SLR seul), 8 630 F HT (Polaroid MicroCam SLR + 10 boîtes d'AutoFilms Polaroid Type 339).

Polaroid (France) S. A. , 4, rue J.-P. Timbaud, 78180 Montigny-le-Bretonneux. Tél. : (1) 30.85.60.60. Fax : (1) 34.60.25.25.Adresse postale : BP 47, 78391 Bois-d'Arcy Cedex.

Spectrophotomètres

1) Le nouveau spectrophotomètre d'absorption atomique Perkin Elmer, modèle 3110, prend en compte les dernières innovations technologiques. Il peut en outre évoluer avec les besoins analytiques de son utilisateur.
Optimisé pour la flamme et les techniques en four graphite (ou en mercure /hydrures), le modèle 3110 possède un monochromateur très dispersif. Son optique à revêtement de quartz apporte à la fois une stabilité et un meilleur rendement de l'énergie sur toute la gamme spectrale de l'arsenic au césium. Le système de contrôle du brûleur garantit une sécurité d'utilisation totale et des manipulations simplifiées. L'entrée des paramètres est aisée avec toutes les techniques (flamme, four, hydrures), que ce soit pour la mémorisation ou le rappel des méthodes. La calibration automatique fournit jusqu'à 8 standards pour les deux courbes en linéaire ou en non-linéaire. Le système de calcul statistique incorporé comporte la moyenne, la déviation standard ou l'écart type pour contrôler et améliorer la précision analytique.

Spectrophotomètre d'absorption atomique modèle 3110

2) Le nouveau spectromètre UV/vis Lambda 11 de Perkin Elmer est conçu d'abord pour des applications de routine et d'enseignement. Grâce à des méthodes préprogrammées que les utilisateurs peuvent exécuter à partir d'une seule touche, il raccourcirait les temps d'analyse.
Les méthodes peuvent être configurées selon cinq fonctions de base du laboratoire. Dans la configuration par défaut, ces méthodes comprennent : le tracé de spectres, la mesure d'absorbance en fonction du temps, la programmation en longueurs d'onde (jusqu'à 8 longueurs d'onde différentes), l'analyse quantitative avec un facteur de concentration, et les mesures de concentration avec des courbes de calibration utilisant jusqu'à 8 standards.

Perkin Elmer, BP 304, 78054 Saint Quentin en Yvelines Cedex. Tél. : (1) 30.85.63.63. Fax : (1) 30.85.63.00.

Système d'analyse thermique

Le système d'analyse thermique Mettler TA8000 est un outil universel, adapté aux applications les plus complexes. Il apporterait en recherche et développement la reproductibilité et la multiplicité des mesures possibles. Il conviendrait très bien aussi aux analyses de routine, parfaitement automatisables avec critères de validation des résultats.
Il permettrait l'utilisation des différentes techniques de mesure (DSC, TG, TMA, HP-DSC, applications hautes et basses températures), avec une sensibilité accrue par rapport aux équipements de la génération précédente.
Cette chaîne de mesure peut recevoir un passeur d'échantillons (en option) sur les fours DSC et TG, ce qui évite l'acquisition d'un nouveau module.
La station de contrôle multitâche sous UNIX autorise la commande de plusieurs cellules et l'évaluation simultanée des mesures en cours, ou leur comparaison avec des mesures ultérieures, avec possibilité de stockage des calculs. La station peut être connectée aux anciens modules par l'intermédiaire de l'unité centrale TC15. L'interface graphique est basée sur X-Windows et Motif.

Mettler Toledo, 18-20 avenue de la Pépinière, ZAE, BP 14, 78220 Viroflay. Tél. : (1) 30.97.17.17. Fax : (1) 30.97.16.16.

Cyclo-broyeur automatique

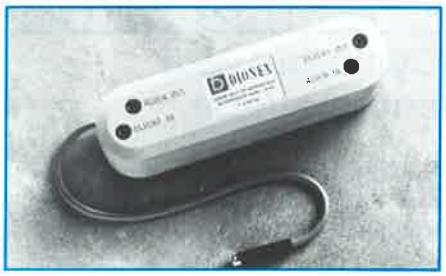
L'innovation du Cyclo-Broyeur CBA 9200 repose sur un nouveau concept, dans le domaine du broyage des échantillons, basé sur un double principe, principe du broyage par bol à masses oscillantes et

principe de l'évacuation tangentielle (brevet LSI). Ce type de broyage peut être effectué en milieu sec ou humide.
Le moteur asynchrone, asservi par un variateur électronique de vitesse, anime d'un mouvement circulaire le bol de broyage dans les deux sens de rotation, avec des vitesses et des durées variables, le tout paramétrable. Après chargement du bol, un menu permet de sélectionner, à l'aide de 9 programmes, les meilleures conditions de broyage en fonction de la nature des échantillons à traiter.
Le broyeur est installé dans un meuble insonorisé comprenant, en face avant, un clavier industriel et un afficheur pour la visualisation du cycle et des programmes de broyage. Il peut fonctionner seul ou intégré, après retrait du capot, dans une chaîne de préparation automatisée.

LSI, 16, rue Alber Einstein, Espace Descartes, 77420 Champs sur Marne. Tél. : (1) 64.68.00.00. Fax : (1) 64.68.74.11.

Chromatographie ionique

Dionex a présenté à la Pittcon'93 le Self-Regenerating Suppressor (ou "SRS"), dispositif postcolonne qui augmenterait de façon très significative les performances de la chromatographie ionique tout en supprimant les opérations de maintenance. Ce dispositif, désormais compatible avec les éluants contenant des solvants organiques, rend la technologie d'autosuppression adaptable à la détermination des ions classiques en routine (anions et cations) ainsi qu'aux applications spéciales d'échange d'ions avec utilisation de solvants organiques. Il améliore les limites de détection d'un facteur 100 par rapport à la chromatographie ionique sans suppression chimique. Ceci se traduit par une importante augmentation de la conductivité, une atténuation notable du bruit de fond de l'éluant et l'élimination des interférences des contre-ions de l'échantillon.
De plus, la technologie d'autosuppression autorise l'autorégénération en continu du SRS en utilisant l'électrolyse de l'eau, sans aucune autre préparation de réactifs, donc avec économie et simplicité.
Le SRS est adaptable aux chromatographes ioniques Dionex DX-300 et DX-100 actuels, ainsi qu'aux versions plus anciennes à l'aide d'un kit d'adaptation.



Self-Regenerating Suppressor

Dionex SA, 98, rue Albert Calmette, 78350 Jouy-en-Josas. Tél.: (1) 39.46.08.40. Fax : (1) 30.70.69.16.

Capteurs de pression piezo - électriques

AC Mesure commercialise une nouvelle série de capteurs de pression piezo- résistifs dont l'élément sensible est en silicium micro usiné.
Cette série est disponible en boîtier T08 avec de nombreuses configurations de montage mécanique (avec ou sans about de pression, tube inversé, etc.).
Ces capteurs peuvent être proposés avec un circuit hybride intégré comprenant les résistances d'équilibrage et de compensation du pont et, pour certaines versions, une résistance de gain permettant, grâce à un ampli extérieur, d'obtenir un signal haut niveau standardisé, sans avoir besoin d'implanter le potentiomètre de réglage.

AC-Mesure, 24, rue des Dames, BP 58, 78340 Les Clayes-sous-Bois. Tél. : (1) 30.55.30.40. Fax : (1) 30.54.01.43.

Débitmètre à pince

La compagnie américaine Panametrics présente un nouveau débitmètre, petit et léger, utilisable en maintes occasions dans un large éventail d'industries de transformation. Le modèle TransPort PT868, débitmètre fonctionnant sur le temps de retour de signaux, est muni de transducteurs à pince qui mesurent les débits des canalisations pleines sans pénétrer le tuyau avec une tête détectrice. Ceci, selon le fabricant, réduit considérablement le risque de pollution et de fuites tout en simplifiant les mesures de débits sur le terrain.
Le TransPort PT868 permet d'effectuer des mesures à partir de la paroi extérieure de tuyauteries de diverses sortes, dont celles en métal, plastique et celles recouvertes de béton, dont les diamètres peuvent varier entre 1,25 cm et 5 mètres. Un système intégré d'enregistrement de données permet à l'utilisateur de mémoriser jusqu'à 20 ensembles de paramètres de points de mesure autorisant des lectures répétées sur la même section de tyauterie sans avoir à réintroduire des données (diamètre du tuyau ou l'épaisseur de la paroi.

Panametrics S.A., M. Alain Chapus, 11, rue du Renard, 92250 La Garenne Colombes. Tél. : (1) 47.82.42.81. Fax : (1) 47.86.35.62.

Nouvelle porte à pression pour cuves

La nouvelle porte à pression de type P 457 de chez Boyer se destine à toutes les activités process : agro-alimentaires, chimie, cosmétique, biotechnologie.
Dimensions principales : diamètre du passage intérieur : 460 mm, hauteur du cadre : 100 mm, hauteur hors tout : 285 mm, nombre de serrages périphériques : 9
Pressions : pression de service : 8 bars/à température ambiante, pression maxi d'épreuve : 16 bar/à température ambiante. La température maximale est de 200 °C (avec joints silicone). Le produit est fourni avec certifications et note de calcul.

Boyer, 23, rue Charles Laterrade, 33400 Talence. Tél. : 56.04.24.55. Fax : 56.37.43.47.

Machine à laser pulsé ultraviolet

Dans le cadre des projets Eurêka, Sopra a développé un laser excimère de grande puissance, sous le sigle Vel1K10. Laser à gaz XeCl (308 nm), de 3 à 15 joules par impulsion, il atteint les puissances moyennes de 300 W à 1 kW grâce à sa préionisation par rayons X.
La qualité et les dimensions du faisceau, la fiabilité du système en font une machine adaptée aux applications industrielles telles que le traitement de surface des matériaux. Ces performances ont été retenues par le club laser de puissance, qui lui a attribué son Prix 1993.

Sopra, 26, rue Pierre-Joigneaux, 92270 Bois-Colombes. Tél. : (1) 47.81.09.49. Fax : (1) 42.42.29.34.

Serveurs pour améliorer la productivité des laboratoires

Hewlett-Packard vient de présenter sa nouvelle famille de serveurs de réseau de laboratoires HP ChemServer série 4900 qui serait le premier système de serveurs, basé sur une architecture ouverte, spécifiquement destiné aux laboratoires d'analyses. Les ChemServer permettraient aux responsables de laboratoire et aux chimistes de réaliser un grand nombre de tâches telles que le transfert d'informations analytiques sur réseaux, le traitement de données ou l'édition de rapports avec la certitude d'une meilleure adhésion aux exigences de la réglementation et une amélioration de la productivité globale des systèmes de données du laboratoire. Utilisant les produits réseaux HP ChemLan, les ChemServer fédèrent les informations de systèmes de données analytiques de Hewlett-Packard et d'autres constructeurs. Les laboratoires peuvent ainsi utiliser leurs ordinateurs et leurs systèmes de traitement de données existants pour le partage et l'exploitation des informations fournies par une variété d'instruments d'analyse.

Hewlett-Packard, 2, avenue du Lac, 91040 Evry Cedex. Tél. : (1) 69.91.80.00. Fax : (1) 60.77.85.92.

Brevets américains sur bases de données

Questel donne accès aux plus grandes bases de données de brevets américains : Ifipat et Ifiudb, produites par Ifi/Plenum Data Corporation (USA).
La base Ifipat couvre l'ensemble des brevets américains (United States Utility and Reissue Patents, Defensive Publications, Statutory Invention Registrations, and Design Patents).
La base Ifiudb concerne la même couverture, mais est enrichie des "Uniterms", indexation addionnelle introduite par le producteur pour les brevets dans le domaine de la chimie.
Ces bases de données contiennent plus de 2,3 millions de références dans tous les domaines brevetables, et couvrent tous les secteurs de la technologie : la chimie et domaines connexes depuis 1950 ; la mécanique, l'électricité et les domaines plus généraux depuis 1963 ; les "design patents" depuis 1980 ; les "statutory invention registrations" depuis 1985. Toute l'information bibliographique, y compris la revendication principale, est disponible depuis 1950 pour les brevets concernant la chimie, et depuis 1963 pour les autres domaines. Les résumés et revendications supplémentaires sont disponibles depuis 1971.
Les mises à jour de Ifipat et Ifiudb sont hebdomadaires, et la mise à jour des codes Uniterm dans Ifiudb est mensuelle.
Les deux bases de données complètent la collection unique de bases de brevets proposées par Questel : World Patents Index de Derwent, FPAT (brevets français), EPAT (brevets européens), PHARM (brevets pharmaceutiques), JAPIO (demandes de brevets japonais), EDOC (documentation de recherche de l'Office Européen des Brevets) et PCTPAT (demandes internationales de brevets-PCT).

Questel, Groupe France Telecom, Le Capitole, 55, avenue des Champs Pierreux, 92029 Nanterre Cedex. Tél. : (1) 46.14.55.91. Fax : (1) 46.14.55.11.

Visilog 4

Noesis met actuellement en place Visilog 4 dans les grands laboratoires de Grande-Bretagne, après avoir été retenu comme le fournisseur de logiciels de traitement et d'analyse d'images devant équiper plus de 187 centres de recherche scientifiques. C'est le Chest (the Combined Higher Education Software Team) qui a choisi la société française Noesis et son logiciel de vision par ordinateur Visilog, après un appel d'offre international et une sévère période de tests et d'évaluation mettant en concurrence l'ensemble des entreprises leader du secteur.
Le contrat Chest, négocié pour une durée de 5 années, confirme la position de Visilog 4 comme le meilleur environnement actuel en matière de traitement et d'analyse d'images, particulièrement bien adapté aux travaux de recherches, de prototypage et de développement d'applications.

Noesis SA, Immeuble Nungesser, 13, avenue Morane Saulnier, 78140 Vélizy. Tél. : (1) 34.65.08.95. Fax : (1) 34.65.99.14.

Scorpio: performances accrues

La division Instruments de Schlumberger Technologies vient d'élargir l'environnement d'exploitation de son système d'acquisition de données Scorpio par l'introduction d'importantes augmentation de performances : élargissement de la gamme de température d'exploitation (0 °C à 50 °C), et améliorations apportées à la spécification de compensation de jonction froide.

Schlumberger Technologies, BP 602-04, 50, avenue Jean Jaurès, 92542 Montrouge Cedex. Tél. : (1) 47.46.67.00. Fax : (1) 47.46.63.02.

"Livraison le lendemain"

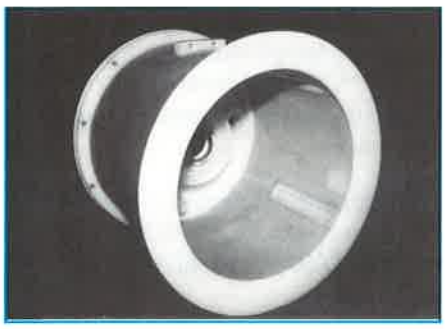
Ce nouveau service est introduit par Haulmark European Transport pour faire face à la demande de sa clientèle pour une livraison "juste à temps".
Les régions desservies sont l'Angleterre, l'Écosse, la Belgique, le nord de la France et l'Allemagne occidentale. Les principaux bénéficiaires de la "Haulmark Gold Line" seront par conséquent les grandes agglomérations du Royaume-Uni : Glasgow, Manchester, Middlesborough, Birmingham et Londres, ainsi que sur le continent : les villes de Paris, Francfort, Düsseldorf et Bruxelles.
Les clients qui choisissent le nouveau service recevront une preuve automatique de la livraison et un relevé mensuel des transits. Ils bénéficieront également d'une priorité d'équipement, d'une couverture d'assurance plus forte (en option) et de ramassages le matin. Des ramassages pendant les week-ends sont également disponibles.

Martin Bennett, General Manager, Haulmark European Transport, Kingsway House, 123-125 Golsworth Road Woking, Surrey GU21 1LR. Tél. : +44 483 769933. Fax : +44 483 726556.

PRODUITS ET MATÉRIAUX

Pour une meilleure pureté acide

Un revêtement de "Teflon" PFA sur les parois des conduites et cuves industrielles améliorerait beaucoup la pureté des produits chimiques utilisés pour la fabrication des semi-conducteurs et des composants électroniques.



Cuve recouverte de "Teflon"

La société Pirep a fait appel à une technique de rotomoulage pour revêtir d'une couche de 6 à 7 mm d'épaisseur de "Teflon" PFA, fluoropolymère thermoplastique de Du Pont de Nemours, les surfaces internes plus fragiles des conduites et cuves de 300 à 600 mm de diamètre. Ces éléments ont été ensuite assemblés en salle blanche.
Les pièces ont été soumises à des conditions de mise en œuvre type (jusqu'à 160 °C avec des pressions entre 1 et 4 bar) dans des environnements chimiques contenant du gaz chlorhydrique, de l'acide fluorhydrique et de l'oléum.

Du Pont de Nemours (France) SA , 137, rue de l'Université, 75334 Paris Cedex 07. Tél. : (1) 45.50.65.50. Fax. (1) 47.53.09.64.

Revêtement dans l'industrie de l'eau

Les poudres polyamide 11 Rilsan d'Elf Atochem sont utilisées dans le domaine du revêtement des canalisations et installations de l'industrie de l'eau, où elles jouent leur rôle de protection contre la corrosion. Les caractéristiques particulières de ce polyamide sont sa remarquable résistance à l'impact, même à basses températures, son excellente résistance à l'abrasion et aux agressions chimiques, son faible coefficient de friction de surface qui permet de prévenir les dépôts de bactéries et la formation de sédiments ainsi que son exceptionnel degré de flexibilité.

Elf Atochem, La Défense 10, Cedex 42, 92091 Paris la Défense. Tél. : (1) 49.00.80.18. Fax : (1) 49.00.80.50.

Des panneaux coupe-feu

La société néerlandaise CSD International BV d'Opmeer a mis au point un nouveau système anti-feu très efficace à base du matériau bicomposant Fomox PA de Bayer AG. Il se compose d'éléments cellulaires souples, incorporés dans un boîtier en tôle d'acier vissé sur des ouvertures dans les murs ou les plafonds. Ce système de protection anti-feu est homologué pour le bâtiment en Allemagne et dans d'autres pays européens.

Fomox PA, système anti-feu

Les articles réalisés en Fomox forment, sous l'action de la chaleur, une mousse carbonisée isolante qui empêche la propagation de la flamme et obture les fissures.

Bayer AG, Konzernverwaltung Öffentlichkeitsarbeit, D-5090 Leverkussen 1. Tél. : +37 (0214) 30-1. Fax : + 37 (0214) 30.89.23.

Pare-chocs en polyuréthanne

Le Bayflex 110, élastomère de polyuréthanne microcellulaire à base de matières premières de Bayer, résisterait aux chocs les plus violents. Le fabricant de remorque néerlandais Saris BV (Hapert) a choisi de remplacer les arêtes en tôle situées à l'arrière, par des pièces moulées en Bayflex 110, en raison de sa légèreté et de sa stabilité dimensionnelle.

Bayer AG, Konzernverwaltung, Öffentlichkeitsarbeit, D-5090 Leverkusen 1. Tél. : + 37 (0214) 30-1. Fax : + 37 (0214) 30.89.23.

Grades résistant aux flammes

En liaison avec les centres français de recherche Elf Atochem, la division Polystyrène d'Elf Atochem UK a développé à Stalybridge (Cheshire, Angleterre) deux nouveaux types de polystyrène pour moulage à injection : les Lacqrène 800 FR et 823 FR.
Le premier est tout particulièrement destiné à des applications audio-visuelles. Résistant au feu, il est en outre résistant à la lumière et aux rayons ultraviolets. Il présente de bonnes propriétés physiques et offre la facilité de transformation propre aux polystyrènes. Le Lacqrène 800 est utilisé dans les applications de moulage requérant des qualités particulières de design, de résistance au feu et d'aspect continu au fil des ans. Une des applications les plus récentes est le moniteur couleur Tatung TM3401.
Le Lacqrène 823 est un polystyrène résistant au feu particulièrement adapté au secteur de l'équipement électrique.

Elf Atochem, 4, cours Michelet, La Défense 10, Cedex 42, 92091 Paris La Défense. Tél. : (1) 49.00.70.29. Fax : (1) 49.00.80.50.

Planches à voile renforcées polyuréthanne

Les planches à voile "Mistral" produites par Ml Sporttechnik GmbH de Grosshelfendorf sont annoncées particulièrement

solides. Cette qualité serait due en grande partie au Baypreg, système polyuréthanne à trois composants de Bayer AG, non expansé et transformable à froid.
Lors de la fabrication de la planche à voile, d'un poids de 8 kg seulement, le noyau en EPS (polystyrène expansé) chargé de mats de fibre de verre est imprégné par coulée avec le polyuréthanne. Le durcissement du stratifié recouvert d'une feuille décorative s'effectue dans une presse chauffée. La pression de moulage est de l'ordre de 1 à 1,5 bar, tandis que la température est comprise entre 75 et 85 °C.

Bayer AG, Konzernverwaltung, Öffentlichkeitsarbeit, D-51368 Leverkusen. Tél. : + 37 (0214) 30-1. Fax : + 37 (0214) 30.89.23.

Film polyester anti-reflet

Autotype International Limited, annonce l'Autoflex Antiglare, le film le plus récent et le plus avancé techniquement de la gamme de films polyesters d'Autotype, destinés aux claviers à membranes et aux applications des plaques signalétiques et des platines de commande.
L'Autoflex Antiglare est un film de polyester couché, à surface dure, et doté d'un fini qui répond à des critères très recherchés en matière de propriétés optiques pour les couches graphiques.
Ce fini réduit très sensiblement (de 93 % à 45 %) le brillant de surface afin de générer un véritable effet anti-reflet. Une clarté optimale est maintenue, de manière à éliminer toute distorsion dans les éléments graphiques ou dans les affichages LCD/LED.

Jean-Paul Müller, European Sales Manager, 12, rue du Béarn, 67100 Strasbourg. Tél. : 88.39.27.25. Fax : 88.40.37.51.

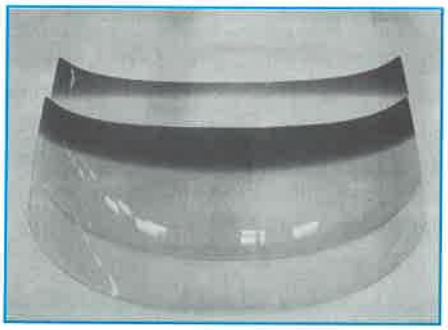
La plaque alvéolaire Plexiglas SP alltop

Röhm GmbH, Darmstadt, propose sa nouvelle plaque Plexiglas SP en qualité "alltop".
Les nouvelles plaques Plexiglas SP alltop ont une transparence à la lumière de 91 %, bien supérieure à celle des double vitrages classiques. Cet effet est obtenu grâce à des alvéoles de 64 mm, plus larges que les alvéoles classiques qui sont de 32 mm.
Le revêtement spécial utilisé agit en tant que tensio-actif. L'eau de pluie ou de condensation sur la plaque s'écoule sous forme de film, supprimant ainsi les gouttes.

Hüls France, Division Röhm, 49-51, quai de-Dion-Bouton, 92815 Puteaux Cedex. Tél. : (1) 49.06.51.09. Fax : (1) 47.73.97.65.

Fabrication simplifiée des pare-brise laminés

Du Pont propose aux fabricants européens de pare-brise d'automobiles des feuilles profilées et prédécoupées en polyvinyle butyral. Il s'agit d'une première pour un fournisseur de résines PVB.
Ces couches intermédiaires profilées "Butaform" simplifient la fabrication des pare-brises laminés avec bandes teintées pare-soleil intégrées. Elles offrent divers avantages aux fabricants de pare-brise, notamment une réduction des rebuts, un assemblage plus rapide, un temps de production plus court, une meilleure qualité et une réduction des stocks grâce à un emballage adapté.



Pare-brise laminés

Ce procédé diffère des méthodes traditionnelles de fabrication des pare-brise avec bande pare-soleil, qui exigent de lourds investissements en équipement de déroulement des films, de profilage et de découpe, ainsi que des stocks importants de rouleaux en polyvinyle butyral avec bande teintée.

Du Pont de Nemours SA, 137 rue de l'Université, 75334 Paris Cedex 07. Tél. : (1) 45.50.65 50. Fax : (1) 47.53.09.64.

Du nouveau dans la gamme Sader

Sader élargit sa gamme de produits en proposant quatre nouvelles colles très spécifiques.
Sous la signalétique Colle Miroir, les consommateurs disposent désormais d'une colle mastic pour le collage mural de miroirs sur bois, stratifié, plâtre, plaque de plâtre, ciment, verre, métal, etc. Présentée en tube blister de 125 mL muni d'une clé vide-tube, cette colle n'attaque pas le tain et adhère immédiatement.
Une nouvelle Colle Lames Décoratives PVC pour la pose de lambris et lames décoratives en PVC sur les murs, plafonds en plâtre, placoplâtre, bois, ciment et béton est disponible, soit en boîte de 1 kilo, soit en seau de 3,5 kg.
Spécifiquement destinée à la pose de toutes frises, galons et bordures à envers papier sur tous papiers peints, la Colle Frises Décoratives est, dans sa boîte de 800 g, prête à l'emploi. Elle a été conçue avec une faible teneur en solvants dans un souci de protection de l'utilisateur et de l'environnement.
Sader propose un nouveau conditionnement en biberons plastiques de 100 ml, 250 ml et 750 ml pour Texicroche.

Sader, 12, place de l'Iris, La Défense 2, Cedex 54, 92062 Paris-La-Défense. Tél. : (1) 47.96.90.90. Fax : (1) 47.96.90.95.

Colles et mastics sans solvant

Bénéficiant d'une nouvelle technologie, la gamme Aquagrip de Bostik assure un meilleur confort d'utilisation et d'application. Sans solvant, ces produits vont faire tomber un certain nombre de contraintes telles que les surprimes d'assurance pour produits dangereux en atelier, l'utilisation de hottes aspirantes pour l'évacuation des solvants, les contrôles sanitaires rapprochés.
Par ailleurs, Aquagrip apporte une réponse au marché de la rénovation dans lequel les contraintes d'application sont les plus nombreuses, en particulier pour les travaux réalisés dans certains locaux sensibles tels que cages d'ascenseur, hôpitaux, écoles...
Cette nouvelle gamme se compose, pour sa phase de démarrage, de deux produits :

Aquagrip 10, colle contact dispersion, Aquagrip, colle mastic dispersion.

Bostik France, RN 19, 77170 Coubert. Tél. : (1) 64.42.12.12. Fax : (1) 64.42.12.25.

Joints de carters d'huile en "Vamac"

La société Insit Industria a choisi cet élastomère éthylène acrylique de Du Pont car il prolonge la durée de vie des joints et leur confère une plus grande fiabilité par rapport aux pièces composées de caoutchouc nitrile et de liège. Le "Vamac" supporte des températures continues pouvant s'élever à 160 °C et résiste aux huiles de moteur. De plus, il présente une résistance élevée à la déformation sous compression et une excellente capacité d'étanchéité.
Le "Vamac" est également utilisé pour la fabrication des joints de cache-culbuteurs des moteurs Diesel et à essence.
"Vamac" est une marque déposée de Du Pont de Nemours pour ses élastomères éthylène acrylique.

Industria SpA, Corso Genova 18, 10128 Turin, Italie. Tél. : +39 1 580 7797. Fax : +39 11 506 404. Contact : Lucio Galgani.

Les soufflets et compensateurs Armylor

Les soufflets et les compensateurs de dilatation Carbone Lorraine sont conçus de telle sorte que, tout en assurant les fonctions mécaniques traditionnelles demandées à ces éléments de tuyauterie, ils y ajoutent une parfaite tenue à la corrosion, aux intempéries et au vieillissement grâce à l'emploi de l'Armylor acier revêtu du PTFE).
Ces soufflets sont constitués d'un tube en PTFE Armylor déformé à chaud sous pression sans rupture des fibres de la matière et renforcé extérieurement par des anneaux en acier inoxydable.
D'une inertie chimique totale, les soufflets et compensateurs Armylor sont utilisés à toutes températures (- 50 °C à + 230 °C).

Marie Laure Soubes, Le Carbone Lorraine, Dpt Génie Chimique, Tour Manhattan, Cedex 21, 92095 Paris la Défense 2. Tél. : (1) 47.62.88.00. Fax : (1) 47.73.55.54.

Courroies de transmission perfomantes

Elf Atochem et Habasit, un des leaders mondiaux dans le domaine des courroies, ont conjugué leurs savoir-faire pour concevoir des courroies de transmission plus légères, plus dynamiques et ayant une plus grande durée d'utilisation.
Grâce au Pebax d'Elf Atochem, à sa légèreté, son aptitude à la mise en œuvre et sa compatibilité avec d'autres matériaux comme le textile, le caoutchouc et d'autres polymères, une courroie composite très sophistiquée peut ainsi être conçue.
La faible hystérésis des Pebax permet des applications nécessitant de très grandes vitesses de fonctionnement avec une consommation d'énergie réduite, des poulies de petits diamètres, moins d'échauffement et une réduction conséquente du bruit.

Elf Atochem, 4 cours Michelet, La Défense 10, Cedex 42, 92091 Paris la Défense. Tél. : (1) 49.00.70.29. Fax : (1) 49.00.80.50.

Machine d'essais tridimensionnels

Reculer les limites actuelles, pour tendre à ce qu'elles coïncident avec la connaissance intime de la matière, peut ouvrir un nouveau champ de travail à la créativité des scientifiques, ingénieurs et techniciens.
L'accès direct à l'analyse du comportement d'une éprouvette soumise à des contraintes sur ses trois axes a permis cette ouverture de progrès. Le Laboratoire de Mécanique et de Technologie de l'École Normale Supérieure de Cachan a ainsi défini le principe d'une machine d'essais remplissant ces fonctions, machine que la société Schenck a réalisé. Baptisée Astrée, elle constitue une première mondiale.
Il apparaît déjà qu'Astrée va accélérer l'aboutissement de recherches en cours (tenue des céramiques, emboutissages profonds, bétons renforcés de fibres, matériaux composites, ...), et que son utilisation judicieuse aura pour effet un raccourcissement des délais de recherche-développement et une diminution du coût des études sur des matériaux nouveaux ou des structures complexes.
Astrée va permettre de donner aux physiciens et chimistes des données fiables, car mesurées en conditions réelles et validées par simulation itérative.

Schenck SA, Division essais matériaux et structures, Chemin neuf, 78240 Chambourcy. Tél. : (1) 30.79.79.39. Fax : (1) 30.65.91.04.

PROTECTION - SÉCURITÉ

La sûreté au quotidien

Garantir la sécurité des installations et équipements électriques des locaux suppose la mise en œuvre de mesures préventives souvent peu ou mal connues. L'inflammation de gaz, brouillard, vapeur, poussières peut provoquer des explosions accidentelles. Une des causes de ces inflammations peut fort bien être la présence de matériel électrique non adapté ou mal entretenu.
Faciliter l'utilisation, l'entretien et le contrôle de ce type d'installation, tels sont les objectifs de Legrand qui propose désormais un outil spécifique d'information et de formation pour l'équipement des locaux à risques.
Cet outil se présente sous la forme d'une valise contenant :

- une vidéo de 30 minutes, pragmatique, réalisée avec la collaboration entre autres de l'Ineris, de l'Apave, du LCIE, des pompier, etc : les normes en zones à risques d'explosion, le choix des produits, la mise en œuvre, la maintenance, les organismes compétents.
- des transparents expliquant comment choisir un produit pour atmosphère explosive,
- des notices de montage des principaux produits Legrand ATX (matériels spécifique pour locaux à risques d'explosion),
- le catalogue Legrand ATX 92/93.

Cette valise de formation, d'information et de sensibilisation pour appareillage électrique de sûreté en atmosphère explosive est vendus 800 F HT. Elle est disponible auprès des distributeurs Points Service ATX ou dans les agences régionales Legrand. Elle vient d'être référencée dans la médiathèque du CNPP.

Legrand, 128 avenue du Maréchal de Lattre-de-Tassigny, 87045 Limoges Cedex. Tél. : 55.06.87.87. Fax : 55.06.11.19.

Masques respiratoires

1) Prévu pour protéger l'utilisateur contre la plupart des risques respiratoires d'origine industrielle, le masque respiratoire 7 Star est équipé d'un filetage central de 40 mm aux normes européennes qui accepte une large gamme de cartouches filtrantes, y compris toutes les cartouches de la nouvelle gamme Multi Star de Cabot Safety.
Le masque intérieur est doté de deux soupapes inspiratoires, de façon à ce que l'air qui entre dans le masque par la soupape inspiratoire frontale traverse tout d'abord l'intérieur de la visière pour garantir le maintien de la visibilité.
Ce masque a été étudié pour permettre le port du matériel de protection oculaire Cabot et l'utilisateur bénéficie de la possibilité de communiquer grâce à l'inclusion d'un diaphragme de communication.

2) Cabot annonce aussi le lancement de son masque jetable 1080, le premier d'une nouvelle gamme. Créé pour répondre aux attentes dans un large secteur d'activités : construction, démolition, travail du bois et du métal, agriculture et industrie du textile - en réalité tout endroit ou les poussières et fibres ont un effet néfaste sur la santé de l'utilisateur - ce masque respiratoire a été conçu en fonction des normes de sécurité.

Mme Inès de Francqueville, E-A-R Sarl, 5 bis, rue du Petit Robinson, 78353 Jouy en Josas. Tél. : (1) 34.65.30.57. Fax : (1) 39.46.14.81.

Combinaisons étanches aux gaz

Deux nouvelles combinaisons réutilisables, à une seule épaisseur, étanches aux gaz et destinées à assurer la protection contre la plupart des produits chimiques d'usage commercial, tout en restant souples, légères et confortables à porter, ont été développées par Trelleborg Industri AB, Trelleborg, Suède. Ces deux combinaisons, la Trellchem HPS (combinaison hautes performances) et la Trellchem VPS (combinaison anti-vapeurs) répondent aux exigences de la norme américaine NFPA 1991 (National Fire Protection Association), elles répondent également aux exigences de la norme allemande VFDB 0801. Dans les deux cas, ces combinaisons multiusages sont conformes aux normes sans nécessiter de survêtement supplémentaire pour assurer une protection efficace contre les produits chimiques dangereux sous les formes liquide, vapeur, gazeuse et solide que l'on rencontre dans les applications industrielles aussi bien que dans les services de lutte contre l'incendie et de sauvetage ou dans les installations militaires, sur terre et offshore.

Trelleborg Industri AB, Protective Products Division, S-231 Trelleborg, Suède. Tél. : +46 410.510.00. Fax: +46 410.142.89.

Le traitement UV de l'eau

Le spécialiste du traitement de l'eau par rayons ultraviolets, Hanovia Ltd, vient d'éditer une brochure introduisant les récents progrès de la technologie UV et illustrée par de nombreux dessins, schémas et photos d'appareils en place.
Elle décrit également les principales applications de la désinfection UV, comme la production d'eau ultrapure en industries électroniques ou pharmaceutiques, le traitement de l'eau potable, et de l'eau de fabrication en agro-alimentaire ou en industries de la boisson. Ces applications comprennent aussi le traitement de fluides à faibles transmission UV, de l'air, ou des surfaces.
La désinfection UV est le seul traitement capable de détruire les micro-organismes sans produit chimique, en continu, sans modifier le goût, le pH, et la composition chimique de l'eau, tout en restant économiquement très attractif.

Hanovia Limited, 145 Farnham Road, Berkshire SL 1 4XB, UK. Tél. : +44 753.812.145. Fax : +44 753.812.191.
Représenté en France par : Abiotec Sarl, 31, boulevard de Port Royal, 75013 Paris. Tél. : (1) 43.31.00.15. Fax : (1) 43.31.36.79.

ETH ZÜRICH

L'École Polytechnique Fédérale de Zurich (ETHZ) met au concours un poste de

professeur de chimie organique

Les recherches du candidat ou de la candidate devraient porter essentiellement sur le développement de méthodes analytiques modernes et leur application à des questions de chimie organique, dans un programme de recherche qui pourrait se situer entre la chimie organique et la biochimie où la chimie des nouveaux matériaux. Il est prévu que le(la) candidat(e) participe à l'enseignement en chimie organique et anlaytique à tous les niveaux.

Qualifications requises : activité de recherche bien documentée, compétence didactique et esprit de collaboration avec des collègues à l'intérieur et à l'extérieur de l'école.

Les personnes intéressées sont priées de soumettre leur dossier (curriculum vitae accompagné d'une liste de publications) jusqu'au 30 septembre 1993, au Président de l'ETH Zurich, Prof. Dr. J. Nüesch, ETH Zentrum, CH-8092 Zurich. L'ETHZ invite tout particulièrement des jeunes candidats et des candidates à s'annoncer pour ce poste.

Index des annonceurs

ANALUSIS 55
BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE 2
JOURNAL OF CHEMICAL RESEARCH 4-6
LES TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR 51-52
MAISON DE LA CHIMIE 53-54
RHÔNE-POULENC 56-57
SALON DU LABORATOIRE ..... 4e de couv.
SFC/DIVISION « CHIMIE ORGANIQUE » 58
Encarts « DEMAIN LA CHIMIE » « SÉCURITÉ » « FORMULATION » } encartés après page 2 de couverture

ABONNEMENTS 1993
(6 numéros)

Membres de la SFC et de la SCI
Les membres des deux sociétés bénéficient d'un prix d'abonnement préférentiel de 420 F (TTC) à cette revue.

Non-membres
France ..... 850 F (TTC)
Europe et autres pays ..... 1 000 F
(envoi par avion + 280 F)

Chèques au nom de la SFC, CCP 7078-60 U Paris.

En vente uniquement au siège de la SFC
Prix du numéro : 200 FF

L'ACTUALITÉ CHIMIQUE
250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris
Tél. : (1) 43.25.20.78
Télécopie : (1) 43.25.87.63

Directeur de la publication : Jean-Baptiste DONNET

© Société Française de Chimie. Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans la présente publication, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 11 mars 1957, art. 40 et 41 et Code Pénal art. 425).
Toutefois, des photocopies peuvent être réalisées avec l'autorisation de l'éditeur. Celle-ci pourra être obtenue auprès du Centre Français du Copyright, 6 bis, rue Gabriel Laumain, 75010 PARIS, auquel la Société Française de Chimie a donné mandat pour le représenter auprès des utilisateurs.

SPEI, 54420 PULNOY - Commission paritaire : 53953. Dépôt légal : juillet-août-septembre 1993.

SOCIETE FRANCAISE DE CHIMIE

****

COLLECTION DOSSIERS POUR "L'ENSEIGNEMENT DE LA CHIMIE"

de la Division Enseignement de la Chimie

VIENT DE PARAITRE :

LA NOMENCLATURE DES STEREOISOMERES ORGANIQUES (par D. PLOUIN)

Ce fascicule comporte cinq chapitres :

A. Lexique de stéréochimie dans lequel sont données quelques définitions.
B. Les règles séquentielles, règles qui permettent d'établir les configurations.
C, D et E. Dans lesquels sont fixées les règles de nomenclature des molécules chirales, des stéréoisomères éthyléniques et des stéréoisomères cycloalcaniques.
F. Dans lequel sont développées quelques notions sur les conformations.

Par ailleurs, il est tenu compte des recommandations pour l'écriture des noms en langue française, cela concerne essentiellement les indices de positions et les affixes.

51 pages : 44 FF T.T.C. (port inclus).

REEDITION (AVEC REMISE A JOUR) :

LA NOMENCLATURE EN CHIMIE ORGANIQUE ET INORGANIQUE (par M. BERNARD et D. PLOUIN).

- La nomenclature en chimie organique : hydrocarbures saturés et insaturés, acycliques, cycliques et polycycliques, hétérocycliques ; fonctions oxygénées, azotées, soufrées ; composés organométalliques ; dérivés halogénés.
- La nomenclature en chimie inorganique : éléments, corps simples et composés, ions et radicaux, acides, sels, composés de coordination, composés non stoechiométriques.

De nombreux exemples sont traités.

74 pages : 45 FF T.T.C. (port inclus).

TOUJOURS DISPONIBLE :

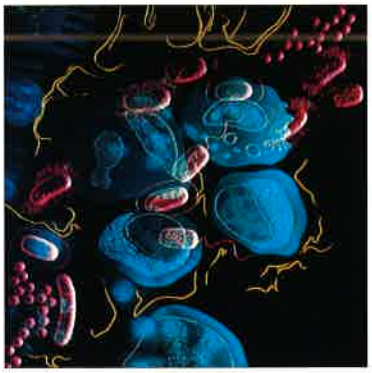
ABC DE LA CHIMIE THEORIQUE, POSTULATS ET APPLICATIONS (Par R. LISSILLOUR, A. BOTREL, F. CORRE et F. TEXIER-BOULLET).

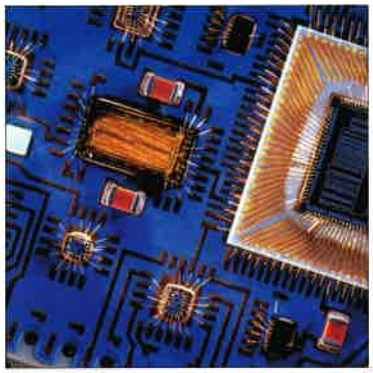
- Premier postulat et probabilité : probabilité de présence ; densité de probabilité ; les fonctions hydrogénoïdes ; état : fonction 1s ; états excités de l'électron : fonction 2s et 2p.
- Deuxième postulat et mesure : les opérateurs ; le deuxième postulat ; interprétation de la mesure ; les inégalités de Heisenberg.
- Postulats de Planck, Einstein et de Broglie : les postulats fondamentaux ; principe de correspondance ; écriture des opérateurs ; l'équation de Schrödinger.
- Annexes et bibliographies.

63 pages : 28 FF T.T.C. (port inclus).

Les commandes sont à adresser, avec le chèque correspondant, à la SOCIETE FRANCAISE de CHIMIE - Mme Sophie VILLARD - 250, rue Saint-Jacques - 75005 PARIS. Tél. (1) 43.25.20.78.
Nous ne délivrons pas de factures pour une somme inférieure à 100 FF. Merci.

Rechercher, découvrir, échanger





CAMPAGNE CAMPAGNE : TAURUS - PHOTO RMN : VERONESE, LES NOCES DE CANA, LOUVRE - PICTOR - CAMPAGNE CAMPAGNE : GUY - PIX : LEFKOWITZ, TONY WARD - PHOTO : ESA

Salon du Laboratoire

7 - 10 DÉCEMBRE 1993 - PARIS

" Déjà 300 entreprises et 9 Sociétés Scientifiques ont rendez-vous à Paris pour vous rencontrer "

Renseignement et inscription :

Salon du Laboratoire

COMITE DES EXPOSITIONS DE PARIS

BP 317 - 92107 BOULOGNE CEDEX FRANCE - TEL : 33 (1) 49 09 60 88 - FAX : 33 (1) 49 09 60 47