

## Les armes juridiques de lutte contre l'espionnage industriel en France et à l'étranger \*

### 1. Généralités

Tant en France qu'à l'étranger, compte tenu de l'accélération du progrès technique et de l'augmentation de la compétition entre les entreprises de plus en plus grandes et souvent de dimensions internationales, on a vu apparaître des formes de concurrence nouvelles prenant l'aspect de violations des secrets industriels et commerciaux en matière concurrentielle.

Les secrets que détient une entreprise ne sont pas d'ailleurs uniquement industriels et commerciaux. Ils peuvent être constitués par exemple par des secrets financiers, fiscaux ou concernant la stratégie ou les plans d'entreprises, ses débats internes, sa politique de personnel, etc.

Il existe des exemples fameux d'espionnage industriel dans le domaine de l'automobile; la célèbre société Mercedes-Benz en a été victime. Dans le domaine de l'aviation on peut citer le cas de l'avion franco-britannique supersonique, le Concorde. En Angleterre on peut citer le cas de la Cyanamid Corporation qui a estimé ses pertes de ventes à près de 100 millions de livres comme conséquence d'un espionnage au profit de certains de ses concurrents italiens, ainsi qu'un procès retentissant où les services de sécurité britanniques ont été alertés par les tentatives faites par certaines sociétés est-allemandes contrôlées par l'État qui avait cherché à obtenir des informations sur des procédés industriels mis au point par Kodak.

Comme la sécurité de l'État n'était pas impliquée dans une pareille affaire, les dispositions législatives intéressant la défense nationale britannique n'ont pas pu entrer en jeu et les deux employés de Kodak qui avaient été accusés de porter atteinte à certains articles du Prevention of Corruption Act, ont finalement été relâchés et déclarés non coupables.

Il y a donc incontestablement en Angleterre, et d'ailleurs dans d'autres pays comme la France et les États-Unis d'Amérique, des trous dans la protection des industriels et des commerçants contre cette forme de piraterie moderne qui emploie les techniques les plus avancées utilisées par les espions et les contre-espions, et d'une manière générale par les agents doubles en temps

de guerre et même en temps de paix pour le compte de certains gouvernements.

Dans les milieux juridiques la Chambre de Commerce Internationale s'est penchée sur les divers aspects que revêt actuellement la solution des problèmes posés par l'espionnage industriel.

Le Conseil de l'Europe s'est également saisi de ce problème et M. Saint-Gal a été admis, en qualité de conseiller technique de la Chambre de Commerce Internationale, à participer aux travaux de la Commission juridique de cet organisme.

L'enquête lancée par la Chambre de Commerce Internationale sur l'état de la législation dans les divers pays a complété les études antérieures faites par elle, et notamment les études sur la protection du know-how.

Le vol de know-how ou de savoir-faire technique ne constitue d'ailleurs qu'un des aspects de l'espionnage industriel, aspect qu'il ne faut pas confondre avec la violation de *secret de fabrication*.

La Ligue internationale contre la concurrence déloyale a abordé cette question à son Congrès de Vienne qui s'est tenu des 25 au 29 mai 1969 et elle a publié dans la *Revue internationale de la concurrence* un rapport d'information intitulé « Violation des secrets industriels et commerciaux en matière concurrentielle ».

Il y a deux questions préalables à examiner : la première, qui est fondamentale, est la suivante : y a-t-il effectivement des secrets d'entreprise et quels sont ces secrets ?

Il y a évidemment des secrets d'entreprises qui peuvent être industriels ou commerciaux, financiers ou fiscaux, dont il serait utile de dresser une liste aussi exhaustive que possible; d'autre part il convient de savoir si la législation reconnaîtra le secret dans l'entreprise.

A cet égard les législations sont très diverses. C'est ainsi que le législateur yougoslave semble admettre ce concept d'une façon assez claire, tandis que les législations belge ou française ne semblent connaître que le secret de fabrication.

La deuxième question préalable posée au Congrès de Vienne est la détermination de la fréquence des actes de violation et des formes qu'ils peuvent prendre.

Cette fréquence, à mon sens, augmente et les législateurs de certains pays commencent à en prendre conscience. C'est le cas notamment en Grande-Bretagne et aux États-Unis.

Ce n'est pas encore le cas en France où la répression pénale ne vise que certaines manifestations nettement définies de l'espionnage industriel et où l'article 1382 du Code civil permet de réprimer une communication

\* C.B.I. Informations (10 novembre 1974), 25, rue de Leningrad, 75008 Paris.

à des tiers sans autorisation en l'absence d'intention frauduleuse ou de concert frauduleux.

## 2. La situation à l'étranger

### A. Grande-Bretagne

Dans ce pays où existe ce que l'on appelle la *Common Law*, c'est la jurisprudence elle-même qui pallie les insuffisances de la loi répressive et qui permet de sanctionner la violation des secrets commerciaux et l'atteinte portée au caractère confidentiel de certaines informations.

Un arrêt célèbre de la Cour d'Appel britannique dans l'affaire *Saltman Engineering Case* a posé comme suit le principe général appliqué par les tribunaux britanniques :

« S'il est établi qu'un défendeur a utilisé une information confidentielle obtenue directement ou indirectement du demandeur sans son consentement exprès ou implicite, il est coupable d'une atteinte aux droits dudit demandeur ».

L'avantage de la *Common Law* par rapport à la législation statutaire est sa souplesse qui lui permet de s'adapter aux situations les plus diverses, comme c'est le cas pour le système français de l'article 1382 du Code civil.

C'est ainsi que dans une décision *Seager contre Copidex Ltd* de 1967, une Cour d'Appel britannique a décidé qu'un inventeur du nom de Seager qui avait découvert un nouveau mode d'accrochage pour un tapis d'escalier, moyen qui n'avait pas été protégé par le dépôt d'un brevet d'invention, a obtenu des dommages et intérêts contre la Société Copidex Ltd pour atteinte au caractère *confidentiel* (Break of Confidence) dans les circonstances de faits suivantes : l'inventeur, au cours de négociations avec la Société Copidex Ltd, négociations ultérieurement interrompues, avait divulgué à la Copidex Ltd tous les détails de son invention et cette Société Copidex avait mis à profit, à son propre avantage, les informations ainsi recueillies sans autorisation de l'inventeur et au préjudice de ses intérêts.

On voit ainsi apparaître l'existence d'une ligne de démarcation souvent très difficile à établir entre les droits privatifs conférés par l'accord du brevet et les droits protégés par la *Common Law*.

En Angleterre, comme d'ailleurs dans la plupart des pays, une hésitation s'est manifestée dans les cercles professionnels intéressés et spécialement dans les cercles des spécialistes en propriété industrielle pour protéger de cette manière des inventions qui n'avaient pas fait l'objet d'un dépôt de brevet.

On sait en effet que le système des brevets d'invention est venu au monde dans la quasi totalité des pays, et tout spécialement dans les pays industriels, dans le but d'inciter les inventeurs à ne pas garder secrète leur création et à la divulguer aux tiers en contrepartie d'un monopole temporaire à l'expiration duquel ces tiers peuvent librement l'exploiter.

On attribue au système des brevets d'invention le développement de l'industrialisation des différents pays et l'accélération du progrès technique et certains esprits craignent que si l'on protège le secret on ne porte atteinte ou à tout le moins on n'affaiblisse le système des brevets.

En fait il faut bien voir que le secret de fabrique ou de commerce se situe dans un domaine qui ne se superpose pas complètement au domaine des brevets, le chevauchement entre ces deux domaines s'effectuant en quelque manière à leur frontière commune.

En effet, une invention, pour être protégée par un brevet, doit être nouvelle d'une manière absolue. Au contraire le secret

n'est pas nécessairement nouveau d'une manière absolue pour être protégé.

### B. États-Unis

On assiste dans ce pays à un gros développement des licences de know-how soit isolément, soit inclus dans un contrat de licence de brevet, mais le « trade-secret » (secret de commerce ou de fabrique) n'est pas protégé très efficacement par la *Common Law* et par les lois pénales d'un certain nombre d'États américains, à cause du conflit avec les législations sur les brevets et sur le droit d'auteur.

Ainsi il a été jugé par la Cour Suprême qu'étant donné l'existence des législations fédérales sur les brevets un État ne pouvait pas, quand un produit n'était ni breveté, ni protégé par la loi sur le droit d'auteur, interdire la copie du produit ou accorder des dommages-intérêts en compensation d'une telle copie (376 US 232-233).

D'autre part la notion de secret de commerce est assez limitée aux U.S.A.

On peut dire d'une façon générale qu'un secret de commerce doit être quelque chose de concret, un mode de construction d'un appareil, un procédé qui ne vient pas à l'idée d'un homme de l'art.

Des idées techniques, de simples concepts, des idées de recherches, des informations scientifiques d'un caractère général provenant de la recherche et du développement des informations d'expérience à un stade rudimentaire du développement, ne sont pas des secrets de fabrique.

Des méthodes financières ou pour conduire une affaire, des procédés qui ne sont que des variantes habiles de procédés généraux connus dans un commerce particulier ne constituent pas des secrets de commerce. Une information relative à l'état financier d'une société, telle que ses frais généraux, ses impôts, ne serait pas protégeable par la loi sur les secrets de fabrique.

Par contre certains secrets d'affaire ou de finance seraient des secrets de fabrique, à savoir : des listes de clients, des méthodes comptables, des méthodes de marketing, etc.

D'une manière générale, pour qu'il y ait secret protégeable, il faut que le secret offre une *valeur marchande* et qu'il se présente sous une forme différente de celle acquise par une information générale. Cette conception est assez voisine de celle adoptée en France.

### C. Allemagne

Il n'existe pas dans ce pays de disposition législative assurant la protection du secret de fabrique et du know-how (en dehors des secrets d'État) qui ne sont pas protégés par le dépôt d'un brevet, d'un modèle d'utilité ou d'un modèle ornemental ou ne sont pas protégeables par ces titres de propriété.

On peut seulement invoquer les dispositions générales du Code civil ou de la loi réprimant les actes de concurrence illicite ou déloyale.

Dans les milieux professionnels, c'est-à-dire parmi les conseils en propriété industrielle, la tendance est de ne protéger que ce qui est secret bien que l'on reconnaisse que souvent le know-how constitue un service rendu qui peut faire l'objet d'un contrat de licence ou de cession et être rémunéré. On se demande s'il convient d'aller plus loin en conférant au titulaire d'un know-how ou d'un tour de main un droit exclusif qui pourrait affaiblir le système des brevets d'invention.

### D. Pays-Bas

En Hollande il n'y a aucune disposition spéciale concernant la protection des secrets de fabrique et du know-how.

Cette protection est assurée par le Code civil, art. 1401, qui sanctionne les agissements illicites et la jurisprudence relative à la concurrence déloyale permet de réprimer une divulgation non autorisée d'un secret ou d'un know-how.

### E. Belgique

Comme en France, ainsi que nous le verrons, on peut invoquer l'article 1382 du Code civil (l'ancien Code Napoléon) et des dispositions du Code pénal (art. 309, 461, 463 et 464) pour réprimer la communication illicite d'un secret de fabrique.

Il n'y a pas beaucoup de jurisprudence. On peut citer seulement un jugement du tribunal correctionnel de Verviers du 17 juin 1959 qui donne la définition suivante du secret de fabrique :

« Le secret de fabrique ne s'étend pas seulement à l'invention susceptible d'être brevetée, mais peut aussi bien concerner les plans, la composition des matériaux employés, les procédés de fabrication qui en l'espèce n'étaient pas encore connus de la généralité des personnes compétentes en la matière (c'est la *notion de nouveauté relative*) et qui même demeurent secrets, alors que le produit fabriqué est de vente courante. »

L'intention frauduleuse est nécessaire.

On voit qu'il y a de grandes similitudes avec la conception française.

Les seules différences importantes par rapport au droit français résident dans le fait que la tentative de communication ainsi que les mesures prises en vue de faire cette communication ne tombent pas sous l'application de la loi.

D'autre part il n'est pas prévu, comme en France, une pénalité plus forte dans le cas de divulgation à l'étranger.

### F. Italie

Il y a très peu de jurisprudence dans ce pays concernant la révélation des secrets. L'article 621 du Code pénal punit la *révélation* ou l'utilisation pour son propre profit ou pour celui d'autrui du contenu de documents secrets ; l'article 622 du Code pénal réprime la révélation du *secret professionnel* ou son utilisation à son propre profit ou celui d'autrui. L'article 623 réprime la révélation de secrets scientifiques ou industriels.

Enfin l'article 2105 du Code Civil stipule qu'un employé n'a pas le droit de traiter des affaires pour son propre compte ou pour un tiers en faisant concurrence à son employeur. Il n'a pas non plus le droit de divulguer une organisation et des méthodes de protection de l'entreprise dont il est employé ni de les utiliser de manière à causer un préjudice à cette entreprise. En d'autres termes il y a une *obligation de fidélité* qui ne doit pas être transgressée, conception voisine de la notion française de droit sur le secret de fabrique.

La protection en Italie est donc assez élaborée et les sanctions pénales sont sévères car elles comportent l'emprisonnement et des amendes.

Il ressort de ce rapide aperçu que les solutions au problème qui nous intéresse sont très différentes d'un pays à l'autre. Nous en arrivons maintenant à la situation en France.

## 3. France

### A. Le know-how

Ainsi que l'a exprimé la Cour de Cassation dans un arrêt de sa Chambre commerciale du 13 juillet 1966,

« en révélant à un établissement industriel des procédés ou des tours de main encore

ignorés de celui-ci et que ce dernier n'aurait pu découvrir lui-même qu'au prix de longues recherches ou de tâtonnements coûteux, le concédant fournit à son contractant un avantage appréciable dont il est ainsi autorisé à subordonner l'octroi au versement de redevance ».

Cet arrêt de cassation a rejeté un pourvoi formé contre un arrêt de la Cour d'Aix-en-Provence du 23 avril 1964 qui définit un peu plus nettement ce qu'on désigne habituellement sous le nom anglais de know-how et que le décret du 27 janvier 1967, a traduit en français par « savoir-faire ».

Le know-how, pour employer l'expression anglaise adoptée par tous, peut être considéré comme constitué par des connaissances techniques qui, accumulées les unes avec les autres après avoir été obtenues à l'aide d'expériences et de tâtonnements, mettent en mesure celui qui les a acquises de produire quelque chose qu'il n'aurait pas su, sans cela, produire dans les mêmes conditions d'exactitude et de précision nécessaires au succès commercial.

On peut dire, en définitive, que le know-how comprend d'abord l'invention brevetable mais non brevetée. Il comprend ensuite la *secret de fabrication* qui couvre non seulement les inventions brevetables, mais encore les innovations techniques non brevetables telles que les tours de mains, dès qu'ils ont un intérêt pratique pour l'entreprise.

Mais le know-how se distingue à la fois de l'invention non brevetée et du secret de fabrication, car il comprend tout résultat d'expérience technique, même si son objet n'est ni nouveau ni secret.

Comme l'a dit excellemment Paul Mathély, un know-how a une valeur même s'il n'est ni nouveau ni secret, mais cette valeur est *relative* en ce sens qu'elle n'existe que dans les rapports de celui qui le possède et de celui qui veut l'acquérir.

En l'absence d'un système de protection légal, le know-how n'est pas un droit réel de propriété ou un droit privatif opposable à tous; il est seulement une *valeur négociable* et un vol de know-how peut, à mon sens, constituer une faute justifiable de dommages et intérêts sur le plan civil par l'application des dispositions des articles 1382 et 1383 du Code civil.

## B. Le secret de fabrication

### Conditions de protection

La jurisprudence considère en général que pour qu'un secret soit protégé il suffit qu'il présente une *nouveauté relative*.

Sans doute pour être protégé contre la divulgation un procédé technique doit-il être nouveau, car s'il est connu de tout le monde il ne peut pas être secret. Mais il peut y avoir secret de fabrication si le procédé est *connu de plusieurs maisons*.

### Définition du droit sur le secret de fabrication

Comme l'a décrit le doyen Roubier, la jurisprudence attache une certaine importance à l'intérêt pratique ou commercial et à la valeur marchande du moyen de fabrication envisagé ou même à sa supériorité commerciale sur les autres moyens en usage, ce qui peut permettre de différencier la catégorie des secrets de fabrication des inventions qui doivent présenter une nouveauté et une activité inventive; ce sont plutôt les services et les avantages que l'industrie peut tirer du secret qui constituent la plus sûre garantie de sa valeur.

Le secret de fabrication est une valeur incorporelle qui se distingue des droits privatifs de propriété industrielle par son caractère incomplet et imparfait. A raison de son défaut de publicité il n'a pas en effet le caractère exclusif; c'est aussi un droit précaire puisque le secret est essentiellement précaire.

### Protection pénale et civile

C'est l'article 418 du Code pénal qu'il faut invoquer en cas de violation de secret de fabrication. Il constitue l'arme la plus efficace lorsque les conditions d'application prévues par cet article se trouvent remplies. Mais cette arme n'est pas tout à fait satisfaisante car l'article 418 implique une conception trop étroite de l'espionnage industriel envisagé plus ou moins comme un accessoire accidentel de la pratique du know-how. Lorsqu'on se trouve en dehors du champ d'application de l'article 418 on n'est pas encore complètement démuné, car on peut appliquer les règles générales de la concurrence déloyale, c'est-à-dire les articles 1382 et 1383 du Code civil qui n'exigent pas l'intention frauduleuse nécessaire pour qu'il y ait réprimé délit par l'article 418 du Code pénal: il suffit qu'il y ait un acte illicite constituant la faute génératrice de dommages et intérêts.

Signalons aussi l'article 379 du Code pénal concernant le vol de documents et l'article 406 réprimant l'abus de confiance en cas de détournement de documents par les salariés de l'entreprise et par d'autres personnes.

La divulgation du secret de fabrication est réprimée pénalement lorsque la divulgation a été faite par un employé pendant qu'il est encore au service de son employeur ou même si la communication du secret a été faite postérieurement à la sortie de son emploi, dès lors qu'elle a été *préparée* par l'employé pendant qu'il était encore au service de son employeur.

De plus il est important de noter que l'*intention délictueuse* est essentielle. La Cour de cassation, dans un arrêt du 29 mars 1935, a bien insisté sur ce caractère nécessaire de cet élément du délit.

L'intention coupable n'est pas douteuse en particulier lorsque la communication du secret est faite moyennant des avantages matériels consistant par exemple en un salaire plus élevé.

### La tentative de divulgation

Par contre, la *simple tentative* n'est pas justiciable de l'article 418 du Code pénal. Il faut noter cependant que l'article 418 distingue entre la communication ou la tentative de communication à des étrangers ou à des Français résidant en pays étranger, de la communication à des Français résidant en France. Les peines sont plus lourdes dans le premier cas que dans le second et la tentative n'est pas réprimée dans le second cas.

Cet argument de texte paraît contestable à certains qui estiment que l'on ne saurait isoler le premier paragraphe de l'article 418 du second paragraphe.

Néanmoins l'interprétation littérale a été adoptée par Pouillet et suivie par un certain nombre de décisions, anciennes il est vrai, dont un arrêt de cassation du 5 juillet 1903.

### La complicité

Pour être complice de l'auteur de la divulgation il faut établir qu'il y a eu provocation, assistance et aide avec connaissance du caractère délictueux, de sorte qu'il y ait eu une véritable association à la fraude que constitue la divulgation.

De toute façon, le seul fait d'accepter et de profiter de la communication du secret *en connaissance de cause* suffit pour établir la complicité.

Dans le cas où les conditions d'application de l'article 418 du Code pénal ne sont pas réunies, rappelons qu'on peut toujours porter l'action devant le tribunal civil ou devant le tribunal de commerce en invoquant les dispositions de l'article 1382 du Code civil.

C'est ainsi que la révélation du secret de fabrication faite *après la cessation du contrat de travail* constitue un quasi-délict civil.

En particulier le défaut d'intention fraudu-

leuse nécessaire pour l'application de l'article 418 du Code pénal ne fait pas disparaître la responsabilité civile de l'auteur de la divulgation du secret de fabrication ou de sa communication.

On peut aussi faire état de la théorie de l'enrichissement sans cause. C'est ce qu'a fait la Cour de Pau dans un arrêt du 18 novembre 1963.

## Conclusion

En bref on peut dire que le législateur français a donné aux industriels et aux commerçants une loi pénale et une loi civile pour assurer la protection contre la divulgation du secret présentant un caractère industriel.

Par contre, pour tout ce qui dépasse le cadre du know-how, du tour de main, ou du secret de fabrication proprement dit, c'est-à-dire pour assurer la protection de plans financiers ou fiscaux, de secrets non industriels, la panoplie d'armes défensives fournie par le législateur est déficiente et il n'est pas certain que l'article 1382 du Code civil suffise, dans tous les cas, pour assurer une bonne protection.

Dans les milieux professionnels intéressés, on cherche à trouver une solution sur le plan international et peut-être sur le plan européen pour éviter que l'industriel ou le commerçant ne soit amené, comme cela se passe actuellement aux États-Unis, à faire appel aux services de contre-espions. Or si le secret est indispensable dans certains domaines assez restreints comme celui de la chimie des parfums, ou dans le domaine financier ou fiscal, ou encore dans le domaine de l'informatique, on peut penser que la meilleure défense est bien souvent *l'avance technique sans secret*, à condition d'utiliser, toutes les fois que cela est possible bien entendu, les services du brevet d'invention.

Sans doute y a-t-il des cas où cela n'est pas possible.

Par exemple en France le législateur a écarté la brevetabilité des programmes d'ordinateurs, et d'une manière générale du software, alors que le hardware est protégé.

Mais bien souvent le brevet d'invention est encore la meilleure arme à la disposition des industriels à la condition qu'ils sachent s'en servir.

De toute façon il convient d'assurer la défense des inventeurs, des industriels et des commerçants contre les pratiques d'espionnage industriel qui se développent actuellement, non seulement au sein d'un même pays, mais entre plusieurs pays.

Pour améliorer la protection du know-how et du secret de fabrication, une suggestion a été faite au sein de l'A.I.P.P.I. : ajouter à l'article 10 *bis* de la Convention d'Union un nouveau cas de concurrence déloyale.

Mais le groupe français de l'A.I.P.P.I. a considéré avec sagesse qu'il serait inopportun de prévoir un régime juridique particulier qui assurerait une protection supplémentaire à celles prévues par les articles 1382 et 1383 du Code civil et par l'article 418 du Code pénal, lorsqu'il y a vol de secret de fabrication, dans la  *crainte de nuire à l'intérêt que les industriels pourraient porter au brevet lui-même* qui confère à son titulaire un droit exclusif d'exploitation en contre-partie de la divulgation de son invention.

Quant au Conseil de l'Europe, il donne à sa Commission, dans sa directive 312 adoptée par l'Assemblée en janvier 1971, des tâches précises parmi lesquelles figurent l'étude des moyens propres à améliorer la protection des secrets industriels et commerciaux dans les États membres du Conseil de l'Europe, et l'élaboration d'un projet de modèle de loi susceptible de servir de texte de référence aux parlements des États membres.

Telle est la situation actuelle de la protection contre la violation du secret de fabrication

et le vol de know-how qui constituent des aspects particuliers de l'espionnage industriel dont les formes sont multiples et évoluent en fonction du temps et des techniques.

Alain Casalonga,  
Docteur en droit, Ingénieur E.C.P., Conseil en brevets d'invention, Conseil juridique.

### Les nodules sous-marins : ressources minières \*

L'existence des nodules sous-marins est connue depuis une centaine d'années, mais l'idée de les exploiter comme une ressource minière n'est venue que lorsque l'on s'est aperçu qu'ils formaient des gisements denses et qu'ils contenaient des métaux de valeur pour la métallurgie.

C'est ainsi que vers 1960 certaines firmes américaines entreprirent de comparer des nodules aux minerais terrestres et d'examiner leur position sur le marché en regard des besoins de l'économie. Ces firmes américaines sont maintenant imitées par de nombreuses sociétés européennes et japonaises, et l'on assiste actuellement à l'entrée des nodules dans une phase préindustrielle, avec la création de grands groupes multinationaux. Les programmes de recherche s'amplifient avec la mise en œuvre de

pilotes de ramassage et de traitement devant conduire à l'exploitation réelle du minerai entre 1980 et 1985.

En France, le problème de la mise en valeur des nodules a été tout naturellement étudié par le C.N.E.X.O. qui a entrepris un programme important concernant la prospection et le ramassage par le procédé C.L.B. (Continuous Line Bucket System) et confié la mise au point du traitement au C.E.A., qu'il approvisionne régulièrement en nodules pour ces études. Ce dernier a en effet une grande expérience en matière de traitement de minerais uranifères pauvres de combustibles nucléaires irradiés et paraît, en France, le mieux placé pour aborder ce problème de la séparation et de la purification des métaux contenus dans les nodules.

Les gisements potentiellement intéressants sont situés dans le Pacifique Nord Central. Les nodules contiennent en moyenne 32 % de dioxyde de manganèse, 24 % d'oxyde de fer et 19 % de silice, ainsi que du nickel, du cobalt, la somme des concentrations en ces métaux pouvant dépasser 2 %. De nombreux métaux lourds sont également présents.

Cependant, il est impossible de considérer seulement les pourcentages en métaux contenus dans les nodules et leur valeur marchande actuelle pour définir la valeur potentielle des nodules. En effet, ceux-ci

contiennent les métaux dans des proportions qui ne correspondent pas à celles de la consommation mondiale. Ainsi, en exploitant 6,5 millions de tonnes de nodules par an, on couvrirait à 100 % les besoins mondiaux en cobalt, à 22 % les besoins en manganèse, à 13 % les besoins en nickel et à seulement 0,9 % les besoins en cuivre (sur la production mondiale de 1967). Il faut donc tenir compte de la demande en métaux, des réserves terrestres qui peuvent y faire face, des taux de croissance qu'il faut escompter et de l'évolution des prix des métaux, pour estimer la valeur du minerai.

A partir de ces données, les métaux contenus dans les nodules ont pu être classés en trois catégories :

1. en premier lieu, le nickel et le cuivre qui présentent un marché très sûr dans l'avenir et se trouvent à des concentrations relativement importantes dans les nodules. Ils représentent de 60 à 80 % des recettes;
2. en second lieu, le manganèse et le cobalt, tous deux difficiles à écouler mais pouvant amener de 8 à 30 % des recettes selon les possibilités d'écoulement sur le marché;
3. enfin, ce que nous appellerons les métaux « subsidiaires » que l'on trouve à de très faibles concentrations. Les plus importants sont le molybdène, le gallium, les terres rares et le titane.

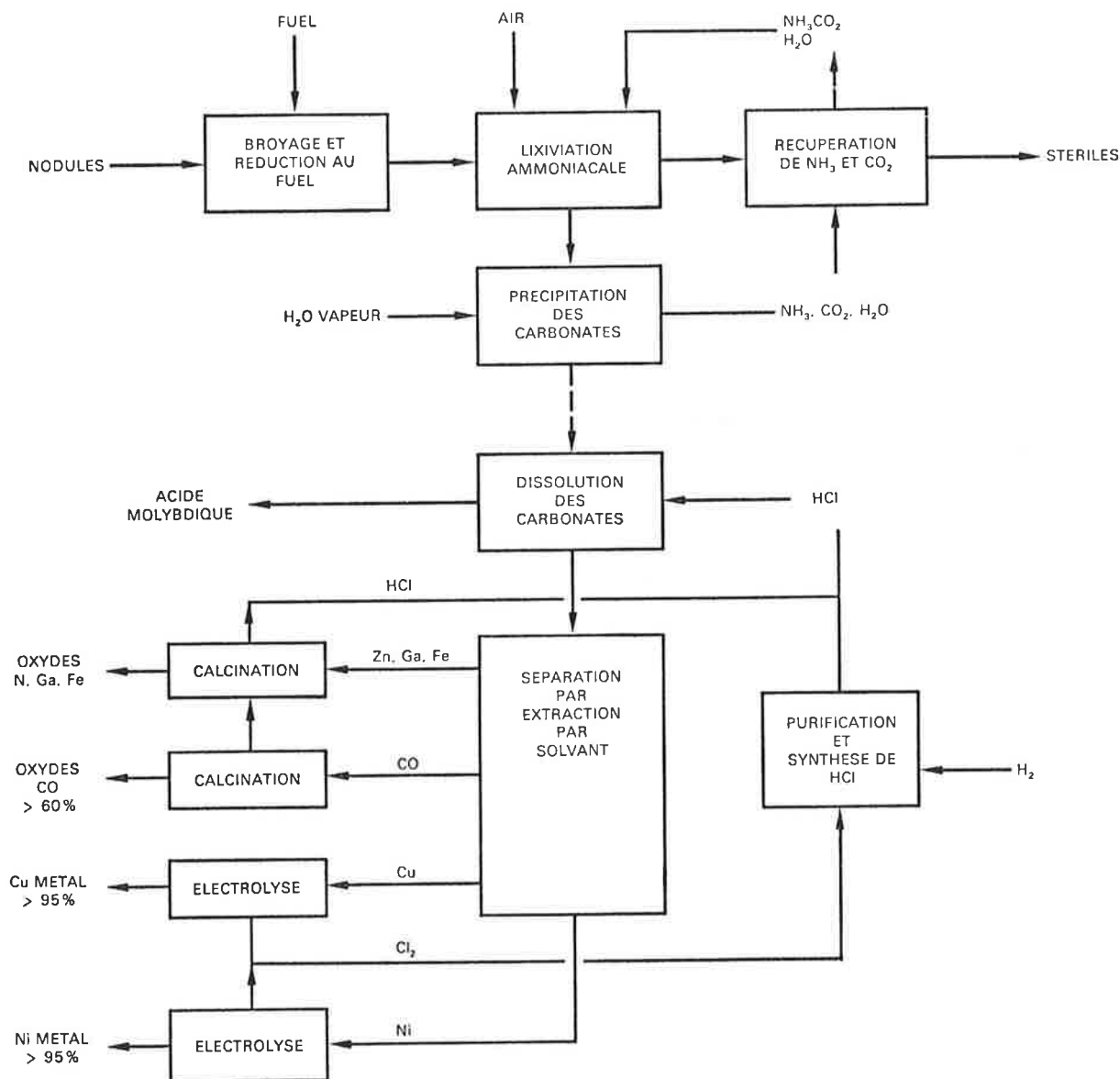


Figure 1. Schéma simplifié du procédé « ammoniacal ».

\* C.E.A. Octobre 1974.

Les procédés de traitement qui ont été recherchés ont par conséquent été axés sur la récupération du nickel et du cuivre avec possibilité d'obtenir en complément d'autres métaux à bas prix.

De nombreuses études de traitement des nodules ont été effectuées par des organismes universitaires et des firmes privées, mais seule la Deepsea Ventures a rendu public le procédé qu'elle a choisi, la chloruration par HCl gazeux suivi de la pyrohydrolyse du fer. Ce procédé permet de produire du chlore à bon marché mais entraîne la mise en solution de très nombreux métaux, y compris de la totalité du manganèse. La Kennecott Copper Corporation a breveté des attaques ammoniacales mais n'a pas décrit le procédé qu'elle a fait fonctionner en pilote.

Le C.E.A. a testé au laboratoire plus de vingt procédés d'attaque essentiellement hydrométallurgiques, en prenant comme base les traitements des minerais pauvres de nickel et de cuivre, les traitements des minerais pauvres en manganèse, ainsi que quelques idées originales.

A partir de ces travaux, il a été décidé d'effectuer l'étude économique de deux procédés classiques : la lixiviation ammoniacale et la lixiviation sulfurique, déjà utilisés industriellement sur des minerais nickelifères ou cuprifères et de développer des études d'améliorations de ces procédés (figures 1 et 2).

Globalement, on peut dire que le procédé ammoniacal demande un investissement important, un personnel nombreux et est gros consommateur de thermies à cause du recyclage de l'ammoniac et du gaz carbonique et à cause du séchage du minerai. Mais il a l'avantage d'extraire le nickel et le cuivre du minerai avec un très bon rendement (95 %), de ne solubiliser par ailleurs que des métaux valorisables, cobalt, molybdène, zinc, d'être efficace pour tous les types de nodules et d'être peu polluant et peu corrosif.

Le procédé sulfurique, de son côté, est plus simple à mettre en œuvre et demande des investissements bien moindres. Il permet de plus de produire la quantité de manganèse demandée par le marché. Mais il est sensible aux caractéristiques du minerai, à sa structure en ce qui concerne la récupération du cobalt et à son alcalinité en ce qui concerne la consommation d'acide. La récupération du nickel et du cuivre est incomplète, les terres rares et le zinc sont les seuls métaux « subsidiaires » valorisables solubilisés. Enfin il conduit à des rejets importants de sulfates et il semble difficile d'élaborer un concentré à peu de frais par ce procédé.

L'étude économique n'a été menée actuellement que sur le procédé ammoniacal. Pour une usine située en France et traitant 1 000 000 de tonnes par an de nodules secs, l'investissement est estimé à 558 MF

et le coût opératoire brut à 85 F la tonne, conditions économiques de 1973. (Après une réévaluation en mars 1974, on obtient un investissement de 750 MF et un coût opératoire de 128 F la tonne.)

Les cartes des gisements ayant montré l'éloignement des zones intéressantes de la France, il en résulte un problème de transport à partir du moment où le minerai sort de l'eau. On peut envisager de nombreuses solutions depuis le traitement à bord d'un navire-usine dès que les nodules sont extraits jusqu'au transport des nodules tels quels jusqu'en France où se trouverait l'ensemble des moyens de traitement. Entre ces deux cas, de nombreux schémas sont possibles : traitement partiel à bord d'un bateau, sur une île proche ou sur une structure « off shore ».

A titre d'exemple, les coûts \* de transport des nodules du Pacifique en France sont au maximum de 70 F/t pour une capacité de ramassage de 4 000 tonnes par jour. Pour le transport des nodules de la zone centrale du Pacifique à une île proche où se situerait la fabrication d'un concentré puis le transport du concentré en France, les coûts sont de l'ordre de 22 à 36 F la tonne selon la situation de l'île pour le même débit de ramassage. Notons que la même étude a permis d'estimer à 41 F la tonne environ le transport des nodules bruts de la zone centrale du Pacifique à la côte Ouest des États-Unis.

Le coût de revient complet du cycle de récupération des nodules, comprenant ramassage, transport et traitement, serait à comparer à la valeur des métaux contenus récupérables. On a essayé de chiffrer le coût du transport et du traitement dans le cas très défavorable où la totalité des nodules est transportée en France avant d'y être traitée. Par ailleurs, le coût de ramassage est encore très mal connu. Face à ces dépenses, la valeur à la tonne des nodules dépend de trois facteurs : la teneur en métaux à récupérer, le rendement de la récupération et la valeur du marché des métaux. Avec des nodules de teneur moyenne en nickel (1,3 %) et en cuivre (1,1 %), la valeur à la tonne pourrait être suffisante pour assurer la rentabilité (de l'ordre de 350 F la tonne sans récupération du manganèse).

L'exploitation des nodules sous-marins n'est pas aberrante du point de vue économique, même si la rentabilité de l'opération ne paraît pas, *a priori*, évidente.

Il existe d'ailleurs plusieurs façons d'augmenter la rentabilité :

a. sélectionner des nodules à fortes teneurs en nickel et en cuivre, mais il ne faut pas que ce qui allège le coût de traitement grève le coût de ramassage. Et tous les choix doivent être faits en parfaite harmonie ;  
b. valoriser le plus possible de métaux commercialisables. Outre le nickel et le cuivre :

le cobalt qui par abaissement du prix peut trouver un marché plus large, une partie du manganèse, les métaux subsidiaires : molybdène, terres rares, zinc, zirconium, gallium, vanadium, métaux précieux, etc.,

le titane qui pose un problème particulier de récupération étant donné son inertie chimique ;

c. diminuer le coût de traitement : par le choix du meilleur procédé, son automatisation intégrale, l'utilisation de techniques nouvelles et l'augmentation de capacité.

D'autre part, il ne faut pas négliger les données d'indépendance des ressources et celles d'épuisement des gisements actuels

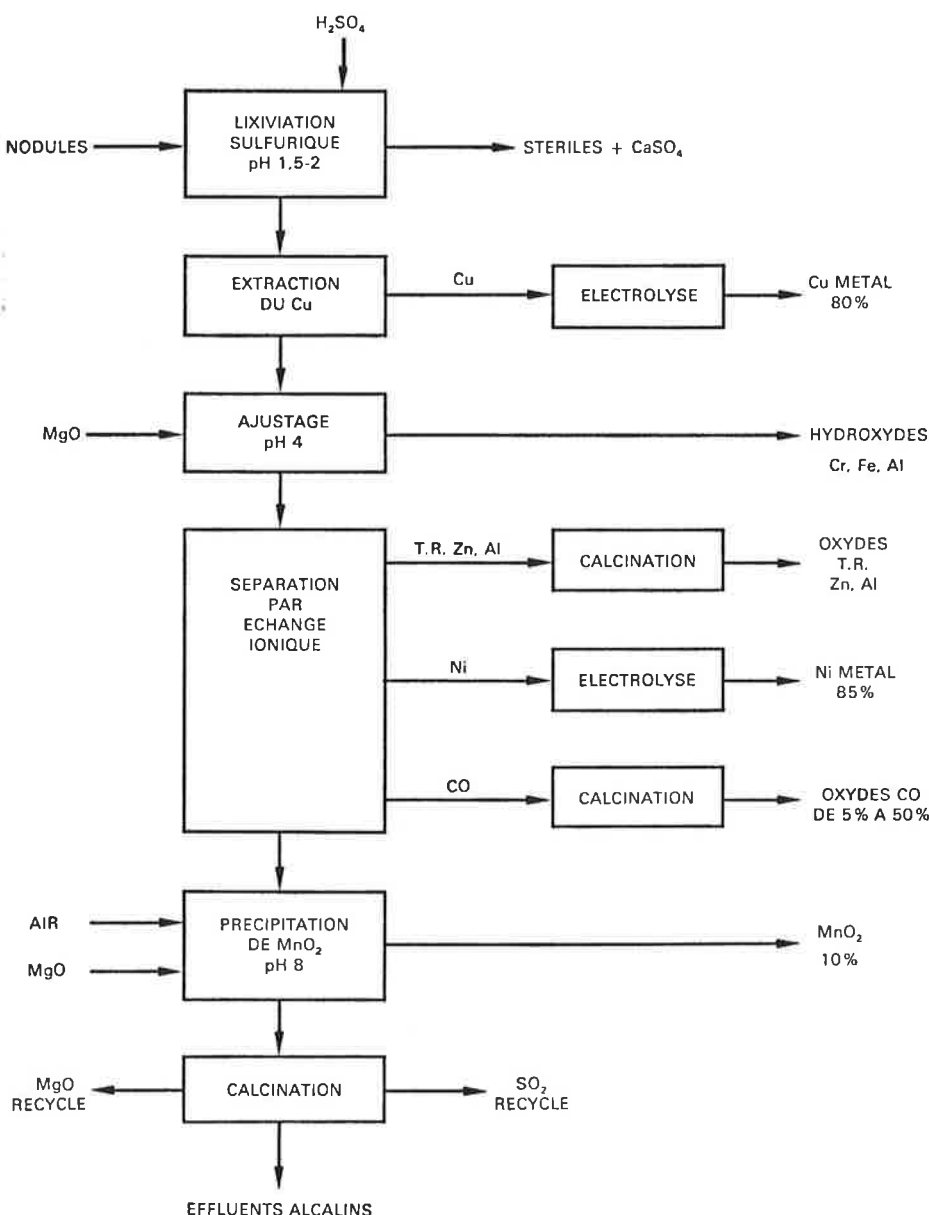


Figure 2. Schéma simplifié du procédé « sulfurique ».

\* Les coûts sont exprimés en France dans les conditions économiques de mi 1973 et rapportés à la tonne de nodules humides. Voyage aller compris.

qui peuvent avoir une forte incidence sur l'estimation de la valeur marchande des nodules. En particulier l'évolution du prix des métaux et le coût du traitement des latérites doivent être constamment suivis.

Cette première approche du problème tendrait à prouver que l'exploitation des nodules sous-marins vaut la peine d'être étudiée. Ces nodules représentent en effet un réservoir considérable de métaux intéressants qui semblent pouvoir être extraits dans des conditions économiques acceptables. Il apparaît cependant que l'effort de recherche doit être important, autant dans le domaine du ramassage que dans celui du traitement. Il apparaît aussi que l'entreprise est de grande envergure qu'il y a un certain nombre de techniques nouvelles à mettre au point à grands frais, et que seuls de grands groupes industriels (privés ou nationaux) de compétences complémentaires, en association nationale ou multinationales, peuvent réunir les moyens techniques et financiers suffisants.

### Nouvelle gamme de détecteurs de gaz fabriqués en France par S.T.I. \*

Sciences et Techniques Internationales (S.T.I. Gazalarm), importateur, jusqu'à une date récente, de matériels britanniques (Sieger) dont elle continue par ailleurs à assurer la vente et l'entretien, produit maintenant sa propre gamme de détecteurs de gaz.

A ce jour, trois modèles, fabriqués dans la région de Caen, sont commercialisés :

1. Le Gazalarm FL 40 est un appareil à une seule voie de détection présenté en coffret de faible encombrement, mural, encastrable ou à poser. Il est particulièrement destiné à la protection de petites installations (chaufferies, ateliers, laboratoires).

2. Le Gazalarm FL 50 est un appareil modulaire de type embrochable et de classe industrielle; il constitue avec une tête détectrice ADF STI 910 ou STI 930 un ensemble complet et se monte dans un châssis rack standard équipé d'un module

mesure, comportant ou non une alimentation secteur, commun à plusieurs FL 50. Doté des derniers perfectionnements de l'électronique (diodes électroluminescentes, alimentation 24 V continu à courant constant, circuits intégrés), il est d'un fonctionnement sûr et précis et détecte instantanément la moindre présence de gaz.

Grâce à son système d'alimentation à compensation automatique de perte de charge le FL 50 et sa tête détectrice peuvent être montés à proximité ou séparés par de très longues distances (par exemple, 3 500 m avec un câble  $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$ ). De plus, comme le FL 40, il peut être réglé à volonté pour couvrir des échelles supérieures ou inférieures à la L.I.E. et est donc utilisable pour détecter des teneurs toxiques aussi bien qu'inflammables de certains produits.

3. Le Gazalarm FL 60 est identique au FL 50 mais comporte en propre un galvanomètre de lecture ce qui rend inutile le module-mesure du châssis. Huit ou dix modules FL 60 peuvent être montés dans un châssis 19" selon qu'il est équipé ou non d'un module alimentation secteur.

Les appareils FL 40, FL 50 et FL 60 sont reliés à des têtes détectrices également fabriquées en France par S.T.I.

Ces têtes ont un temps de réponse extrêmement bref et sont adaptables, pour installations à poste fixe ou mobile, aux problèmes spécifiques des utilisateurs.

Trois modèles ont été créés :

1. La tête STI 910 conforme aux normes antidéflagrantes de l'arrêté du Ministère de l'Industrie du 18.6.1963 pour le groupe III, classe A,

2. La tête STI 920 (normalement fournie avec le Gazalarm FL 40), est en partie antidéflagrante, le raccordement électrique se faisant dans un boîtier en macrolon,

3. La tête STI 930, en cours d'agrément avec son presse-étoupe ADF pour emploi dans des atmosphères contenant de l'hydrogène et de l'acétylène, est conforme aux normes les plus récentes (Décision Ministérielle du 5/7/1974).

### Détection de vide ou d'obstruction

Il est maintenant possible, en utilisant un système de mesure sans contact : de prévenir l'obstruction d'une tuyauterie provoquée par accumulation d'un produit tel que poudre, granulés ou excès de particules solides dans une solution, de détecter les vides ou manque d'alimentation, en résumé, de surveiller et d'assurer en permanence et automatiquement à l'aide d'une solution simple le bon fonctionnement d'un procédé.

Une tête de mesure et un récepteur comportant une chambre à ionisation, forment un ensemble compact à l'intérieur duquel l'électronique est incorporée, limitant ainsi l'encombrement d'un système complet à un strict minimum.

En cas de dépassement des valeurs de consigne, mini-maxi, provoqué par manque ou excès de particules solides, un signal délivré par relais est adressé soit à un opérateur, soit à un système de contrôle automatique du procédé.

Ainsi sont évités les coûteux arrêts de production et les remises en service qui s'en suivent.

La mesure est effectuée directement à travers les parois de la tuyauterie, sans aucun contact avec le produit.

L'installation très simple s'effectue à l'aide de deux colliers pour montage direct sur tuyauterie, ne nécessitant aucun arrêt de production.

Sur place, un seul réglage à effectuer : l'ajustement des valeurs de consigne.

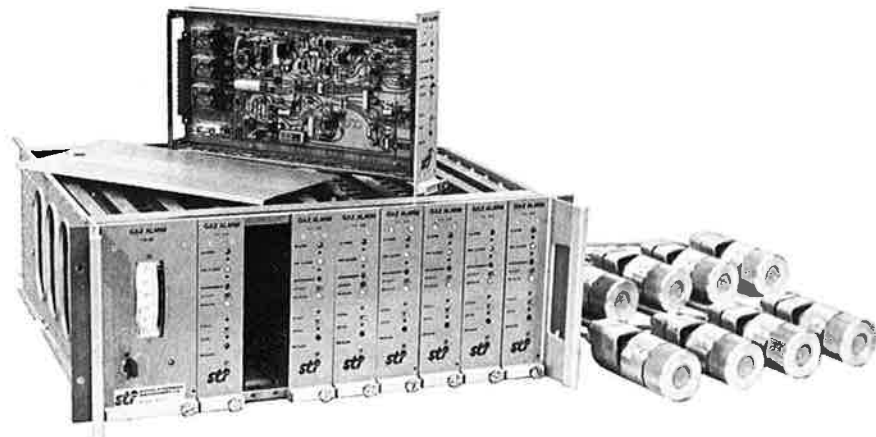
Le modèle KAY-RAY 3700 « Plug-Void detector » est un matériel industriel, à la fiabilité éprouvée, pour la détection d'obstruction ou de vide, indépendamment des paramètres : température, pression, abrasion, corrosion des fluides contrôlés.

Il fait partie d'une gamme complète d'appareils KAY-RAY pour mesure de niveau, densité et humidité.

\* Auriema-France, 148, boulevard d'Alsace-Lorraine, 94 Le Perreux, Tél. 871.02.80.



Gazalarm FL 40. Tête détectrice.



Gazalarm FL 50. 8 têtes détectrices.

\* 28, rue de la Redoute, 92260 Fontenay-aux-Roses, Tél. 660.58.21.

### Microfiltration d'eau désionisée

Conçu expressément en vue de la microfiltration de l'eau sans dégradation de sa pureté ionique, le support-filtre Millipore P.V.C. est construit en chlorure de polyvinyle inerte. Pour usage avec ce support-filtre de 142 mm de diamètre, des filtres membrane chimiquement inertes sont disponibles dans une vaste gamme de dimensions de pore pour la rétention de poussières, de résines en provenance de colonnes de désionisation et d'autres microparticules telles que des levures, bactéries, champignons, etc...

Quoique l'eau désionisée produite à partir d'une installation centralisée puisse arriver à son point d'utilisation avec une résistivité de 18 Mégohms-cm, elle contiendra cependant des contaminants particuliers et microbiologiques. Afin d'extraire ces contaminants et par voie de conséquence afin d'éviter une perte de rendement, l'eau devra être filtrée sur Millipore au dernier point possible, c'est-à-dire au droit de son utilisation. Il est évident que le filtre et son support doivent tous les deux être chimiquement inertes. Même l'acier inoxydable dégradera la résistivité de l'eau désionisée. Le support-filtre Millipore en P.V.C. de 142 mm de diamètre et la membrane standard Millipore M.F. constituent un heureux mariage, particulièrement recommandé pour cette application. Un bulletin descriptif P.V.C.-142 est dispo-



nible gratuitement, sur simple demande adressée à Millipore S.A., 46 bis, rue Louis-Blériot, 78530 Buc. Tél. (1) 956.20.19.

## Détermination de la teneur en humidité et en matière sèche par rayonnement infrarouge

De multiples produits tels que denrées alimentaires, matières textiles, papier, céréales, produits pharmaceutiques, nécessitent une recherche de la teneur en humidité. Le dessiccateur Sartorius\* A 6029 comprend un dispositif de chauffage par infrarouge (0-150 W), une minuterie (0-30 mn) et une régulation de la puissance de chauffage (10 positions) incorporée.

Il se place directement et sans fixation spéciale sur certaines balances de précision à plateau supérieur de la gamme Sartorius. Cet accessoire rationalise et accélère considérablement le processus de ces recherches vis-à-vis de la méthode usuelle par étuvage.

De plus, une balance au milligramme spécialement conçue pour ce travail (2205 S 0800) dispose d'une échelle complémentaire (10 g → 0) qui permet de lire directement la perte de poids en mg. Le basculement en arrière de la cloche de séchage coupe automatiquement l'alimentation de la lampe à infrarouge et constitue de ce fait une sécurité de manipulation.

\* Sartorius-France, 91, rue Victor-Hugo, 92240 Malakoff.

## Hygromètre portatif, de sécurité, à point de rosée



L'hygromètre automatique à point de rosée Shaw fournit des mesures rapides et extrêmement précises du degré d'humidité de l'air et d'autres gaz. Il peut être largement employé dans la fabrication de gaz secs, dans les raffineries de pétrole, la fabrication de produits chimiques et pétrochimiques, la production et la distribution de gaz naturel, de gaz de houille ou de gaz de craquage, le contrôle des gaz de commande et de purge et de l'air utilisé dans les procédés pneumatiques.

La teneur en vapeur d'eau des gaz examinés est affichée sur un cadran à lecture directe simultanément gradué en °C (point de rosée) et en parties par million (volume).

Ces échelles vont de — 80 à — 20 °C (point de rosée) et de 0 à 1 000 ppm (volume). Sur 80 % de ces échelles, la précision est de  $\pm 1$  ppm ou  $\pm 3$  °C pour le point de rosée, en tenant compte de la tolérance la plus grande. Le temps de réponse est de 3 secondes, l'appareil étant insensible aux variations de débit. Aucune correction n'est nécessaire à l'examen de gaz différents. Seules deux commandes sont à manipuler : un commutateur de contrôle pour vérifier la précision et un disjoncteur-conjoncteur commandant l'arrêt ou la mise en marche de l'appareil.

Il n'est pas nécessaire, avant l'emploi, de purger l'appareil de la vapeur d'eau que pourrait contenir la chambre de mesure (il s'agit là d'une opération qui est longue et fastidieuse avec bien des systèmes hygrométriques). En effet, lorsque l'appareil est au repos, la chambre de mesure est exposée à l'action d'un dessiccant contenu dans un dessiccateur cylindrique télescopique. La teneur en eau de la chambre de mesure et de l'élément senseur est ainsi ramenée à une valeur inférieure à 1 ppm; pendant ce temps, les tuyauteries externes peuvent être purgées à un débit atteignant 20 l/mn sans que l'humidité puisse pénétrer dans la chambre de mesure.

Pour de plus amples renseignements, veuillez vous adresser à Shaw Moisture Meters, Rawson Road, Westgate, Bradford, Angleterre. Téléphone : 0274 33582. Télex : 51598.

## Nouveaux catalyseurs de polymérisation du cyclopentène en transpolypenténomère (T.P.R.)

Le développement industriel de la polymérisation du cyclopentène en transpolypenténomère (T.P.R.) est actuellement en partie freinée par l'activité relativement faible des catalyseurs qui se traduit par une consommation élevée de tungstène.

Des travaux effectués à l'Institut Français du Pétrole ont permis la découverte d'une composition catalytique qui nécessite 50 fois moins de tungstène que les catalyseurs classiques. C'est ainsi qu'il est possible d'obtenir, en solution benzénique à 30 °C et pour une conversion de 60 %, plus de 150 kg de polymère par gramme de tungstène métal mis en œuvre. Une telle activité permet de comparer ce système aux meilleurs catalyseurs de polymérisation actuellement connus :  $5 \cdot 10^5$  moles/mole de catalyseur contre  $10^6$  moles/mole pour la polymérisation de l'éthylène et  $10^5$  moles/mole pour celle du butadiène. Sa manipulation est en outre plus aisée que celle des catalyseurs habituels.

De plus le polypenténomère obtenu, qui est entièrement soluble, présente de bonnes propriétés physiques : teneur en « trans » de l'ordre de 90 %; viscosité intrinsèque (en absence d'agents de régulation de masse moléculaire) supérieure à 3; cette dernière pouvant être facilement ajustée au moyen d'oléfines acycliques.

Ce nouveau catalyseur apporte une amélioration décisive à l'économie de la polymérisation du cyclopentène.

## Nouvelles résines acryliques pour la fabrication de vernis Degussa

La Division « Produits Chimiques » de la Degussa de Francfort-sur-le-Main a élargi sa gamme de matières premières Degalan® pour vernis et offre maintenant, outre les résines de méthacrylate thermoplastiques

déjà connues, également des types à fonction hydroxyle qui, dans le cas d'un durcissement à froid ou à chaud avec des polyisocyanates, donnent des pellicules dont les propriétés sont comparables à celles des vernis à cuire. Les nouvelles résines portent les désignations de Degalan LS 50/100 et Degalan LS 150/300. Elles sont normalement livrées comme solutions à 60 % dans des mélanges acétate d'éthylglycol/xylène mais on peut également les fournir, sur la base de conventions spéciales, en d'autres concentrations et dans d'autres solvants inactifs à l'hydrogène.

## Le D.D.T. a un siècle

Des millions d'êtres humains doivent la vie au « dichlorodiphényltrichloréthane », universellement connu sous le nom de D.D.T.; sans cet insecticide ils auraient succombé à la malaria. Et pourtant, ce produit a été au centre d'attaques acerbes depuis quelques années, alors même que, dans l'état actuel des connaissances, aucun homme n'ait eu à souffrir des effets de cette substance. Mais, depuis que l'on a reconnu, au début des années 1960, que le D.D.T. ne se dégrade que lentement dans la nature et qu'il se concentre dans les tissus graisseux de l'homme et de l'animal, on est devenu plus réservé dans son utilisation.

A Bâle, la satisfaction fut immense lorsque Paul Muller — qui reçut ultérieurement le Prix Nobel pour sa découverte — détermina en 1939 dans les laboratoires de l'entreprise chimique qui l'occupait (Geigy) les propriétés insecticides du D.D.T. Après des années de recherche, on avait enfin trouvé la substance chimique idéale, peu coûteuse et qui éloignait pour longtemps les insectes nuisibles des arbres fruitiers, des pommes de terre et des autres plantes nourricières et ceci en un temps de pénurie alimentaire. Le produit lui-même existait depuis 1874; il avait été décrit et formulé par le chimiste Zeidler à Strasbourg. Mais, jusqu'à la fin des années 1930, il n'était demeuré qu'une curiosité de laboratoire. Ce fut le mérite de Paul Muller que d'en observer et d'en appliquer les effets destructeurs sur presque toutes les sortes d'insectes.

Toutefois, la firme bâloise ne put d'emblée récolter les fruits de la découverte de Muller. En 1942, une livre du produit si efficace fut acheminée par valise diplomatique aux États-Unis.

Le produit miracle fut aussitôt « confisqué » — c'est-à-dire considéré comme d'utilité de défense nationale sans paiement de droits de licence — lorsque l'on découvrit que le D.D.T. permettait aussi de tuer les larves du moustique anophèle, le terrible insecte vecteur de la malaria. De même en Allemagne, pendant la guerre, on se mit à fabriquer du D.D.T. « au marché noir », c'est-à-dire sans payer de droits de licence.

La marche triomphale du D.D.T. commença au lendemain de la guerre, lorsque l'on entreprit d'appliquer systématiquement cet insecticide dans le monde entier pour combattre la malaria; il fut ainsi possible d'enrayer presque complètement cette fièvre endémique dans les pays en voie de développement. Et l'amélioration des quantités et de la qualité de l'alimentation dans le monde doit aussi beaucoup à cet insecticide qui permet de protéger les récoltes contre les prédateurs de tous genres. Le revers de la médaille n'apparut qu'au début des années 1960; brutalement, sur presque toute la surface de la planète apparurent des traces de résidus de D.D.T. Les poissons, en particulier, avaient la propriété d'accumuler dans leurs tissus la substance difficilement dégradable. Lorsque des oiseaux, par exemple, se nourrissaient de tels poissons, ils se seraient mis à pondre des œufs dont la coquille serait anormalement mince

et friable, de sorte que des nichées entières auraient été détruites pour cette raison. Puis l'on commença à se faire du souci pour la santé de l'homme, d'autant plus que les mécanismes par lesquels le D.D.T. détruit les insectes n'ont jusqu'ici, pas encore été expliqués.

Quoi qu'il en soit, les controverses entre spécialistes adversaires et partisans du D.D.T. sont encore très vives à son propos. Aujourd'hui, dans les pays industrialisés, son utilisation est totalement interdite (notamment en Suisse) ou est strictement limitée; à tout le moins, aucune plante alimentaire n'est-elle traitée au D.D.T. Dans les pays en voie de développement, par contre, on ne peut encore renoncer à utiliser cet insecticide aussi efficace que bon marché. En effet, les nouveaux produits fabriqués à partir d'esters phosphorés ont bien l'avantage de se dégrader rapidement mais ils ont un désavantage décisif pour des pays pauvres : leur production coûte de 5 à 10 fois plus cher que celle du D.D.T.

Jean Ulrich

## Comment les chimistes alimentaires traquent les faussaires du vin et du whisky

Il serait faux de croire que les « faux alcools » sont une conquête des temps modernes. Les Romains, dit-on, étaient passés maîtres dans l'art de fabriquer du vin artificiel où il y avait même quelques raisins; il est d'ailleurs probable qu'ils tenaient leurs recettes des Grecs.

Il ne faut donc pas regretter le « bon vieux temps » où l'on n'aurait servi que des crus non frelatés puisqu'aussi bien dans l'Antiquité qu'au Moyen-Âge l'amateur de vin n'avait aucune chance de découvrir les astuces des faussaires.

Les moyens dont dispose aujourd'hui la chimie alimentaire permettent d'analyser tous les vins sur le marché avec une telle précision qu'on peut à coup sûr déterminer leur composition et leur origine. En peu de temps, on peut détecter toute manipulation qui affecterait l'une ou l'autre des quelque 120 substances naturelles qui font le « bouquet » du noble jus de raisin. Toute tricherie devient ainsi impossible.

Les recherches de la chimie alimentaire en matière de vin portent aussi sur le moyen d'en contrôler l'acidité : s'il y en a trop, le cru est mauvais; s'il en manque, le vin se gâte rapidement, d'où l'utilisation de soufre comme moyen de le conserver. Mais le temps est peut-être proche où les chimistes alimentaires proposeront une autre substance, moins agressive, pour remplacer le soufre, et ceci pour le plus grand plaisir des amateurs de bons vins.

Autre domaine « alcoolique » où les chimistes alimentaires sont au travail : jusqu'ici toutes les tentatives pour imiter le whisky écossais n'ont heureusement abouti qu'à de pâles contrefaçons. Mais, mieux vaut prévenir que guérir! Le très sérieux journal anglais « New Scientist » révèle que l'un des grands distillateurs écossais serait sur la piste de la « formule chimique » de la reine des eaux de vie celtiques.

Pour la science, il n'y a pas de mystère dans l'arôme d'une boisson. Il provient de la combinaison de centaines de composants chimiques, dont les quantités sont souvent infimes. Les « détectives » du goût du whisky écossais auraient recensé jusqu'ici deux cents de ces composants pour dresser un « aromogramme » presque complet. Le but n'est pas d'aboutir à un whisky synthétique, qui reviendrait plus cher que le vrai. Il ne s'agit, disent les distillateurs écossais, que de connaître intimement le produit,

jusqu'ici inimitable, pour pouvoir à coup sûr identifier désormais un vrai whisky d'un faux ou d'un frelaté.

Et cette connaissance devrait permettre aussi d'accélérer le processus de vieillissement du scotch qui exige actuellement au moins trois années avant qu'on puisse le consommer.

Dr. Hyamas

## Avions et insecticides protègent les pèlerins de La Mecque

Du 18 décembre au 7 janvier (mois du Dhual Hijjah) des centaines de milliers de pèlerins musulmans ont convergé vers l'Arabie saoudite, pour y accomplir leur pèlerinage à La Mecque. Ils arrivent par la mer, par les airs ou par la route, en quantités tellement importantes que la population de la ville sainte en est décuplée, passant de 150 000 âmes à un million et demi de personnes.

Le Gouvernement d'Arabie saoudite offre aux pèlerins des auberges édifiées dans ce but uniquement ainsi que des tentes, des liaisons par autocars, des guides et des interprètes.

Les problèmes dont la solution pose les plus grandes difficultés sont ceux de la santé et de l'hygiène. La réunion d'un nombre aussi élevé de gens venant de tous les azimuts, de l'Indonésie au Maroc, du Sénégal à l'Afghanistan, multiplie le risque d'épidémies, notamment de choléra. Dans les logements surpeuplés, avec des installations sanitaires surchargées, de tels fléaux pourraient s'étendre avec une rapidité extrême.

A cela s'ajoute le risque que les pèlerins rapportent dans leurs pays les maladies contractées au cours de ce voyage. Pour conjurer un tel danger, on a créé à l'intention des pèlerins des cliniques spéciales.

Le Gouvernement a en outre pris des mesures particulières de lutte contre les insectes, et surtout contre les moustiques vecteurs de maladies.

Cette action comprend une lutte en grandes surfaces, à partir d'avions, contre toutes les mouches et moustiques pouvant infester les campements de pèlerins. Une entreprise suisse (Ciba-Geigy), qui dispose d'avions du type Pilatus et d'insecticides spéciaux est chargée de cette mission pour la deuxième année consécutive.

Trois semaines durant, une équipe composée d'Égyptiens, d'Anglais, d'Allemands, de Néozélandais, de Pakistanais, de Soudanais et de Suisses va répandre des insecticides sur les villes de Jeddah, La Mecque, Médine ainsi que sur les campements de Muna, Muzdelifa et Arafat. Les pilotes et opérateurs musulmans jouent dans cette entreprise un rôle particulier car ils sont seuls autorisés à pénétrer dans les sanctuaires et à les survoler.

Ainsi, pendant toute la durée du mois saint, on va voir deux avions à croix suisse voler à basse altitude au-dessus des toits et parfois entre les minarets, laissant derrière eux un fin nuage d'un insecticide contre les moustiques, mortel pour les insectes mais inoffensif pour les hommes.

Les résultats obtenus l'an dernier, lors de la première intervention, ont prouvé l'efficacité de cette action, grâce à laquelle le pèlerinage traditionnel des Musulmans s'est déroulé sans épidémies.

## Vingt millions de personnes mourront de faim en 1975

Les réserves mondiales en céréales s'élèvent à 105 millions de tonnes et suffiraient tout juste à nourrir la population de la planète pendant 29 jours.

Citée par Norman Borlaug, prix Nobel de la Paix, cette donnée fondamentale était au centre de la Conférence mondiale de l'alimentation qui s'est tenue à Rome du 5 au 16 novembre 1974. Sans distinction de races ou d'opinions politiques, des experts de diverses disciplines et du monde entier vont aborder le problème qui menace aujourd'hui la planète : la disette, voire la famine. La Conférence cherchera en particulier comment fournir davantage de produits alimentaires d'une haute valeur nutritive à ceux qui n'ont pas assez à manger, et maintenir les coûts de production des produits alimentaires afin qu'ils restent à la portée des personnes à faible revenu.

Ces deux objectifs sont un défi à l'agrochimie, dont les efforts en matière de production d'engrais et de pesticides doivent tendre plus que jamais à assurer, avec le reste de l'agriculture, des aliments en quantité et en qualité suffisantes pour empêcher le monde de mourir de faim.

Pour ce qui est de l'industrie chimique, ce défi n'est pas facile à relever. Elle assume elle-même l'essentiel de la recherche de substances fertilisantes et pesticides n'ayant que peu ou pas d'effets secondaires. Alors qu'il y a quelques années, il lui suffisait d'examiner 3 000 molécules chimiques avec l'espoir d'en isoler une qui soit efficace, les exigences actuelles ont fait ascender ce chiffre à 10 000. Le coût de cette recherche s'élève aujourd'hui à 25 millions de francs pour un seul produit; il s'écoule entre 7 et 9 ans avant qu'il puisse être mis sur le marché, après qu'il ait franchi les nombreux contrôles et examens des pouvoirs publics nationaux. Dans ce domaine, l'intérêt général rend nécessaire l'élaboration prochaine de normes internationales, réglementant de façon uniforme non seulement les modalités d'emploi des produits agrochimiques, mais également le problème des tolérances en matière de résidus. Seule une telle entente (dont les organisations internationales reconnaissent l'urgence) permettrait d'accélérer l'application universelle de produits agrochimiques nouveaux et, par là, l'augmentation et l'amélioration des ressources alimentaires mondiales.

Le premier directeur général de la F.A.O., Lloyd Boyd Orr, avait coutume de dire : « On ne peut construire la paix sur des estomacs vides ». Norman Borlaug, interrogé par la revue Cérès, prédit qu'en 1975, 20 millions de personnes mourront de faim. M. Raymond Ewell, spécialiste de l'agrochimie, annonce que le monde connaîtra une dure famine en 1976, notamment faute d'engrais et de pesticides en suffisance. Ce sera la responsabilité de la Conférence mondiale de l'alimentation de faire en sorte que ces sinistres prédictions ne se réalisent pas.

Dr. Limos

## De l'oxygène solide pour les premiers secours

Jusqu'ici il n'était possible de donner de l'oxygène en cas d'urgence (attaque cardiaque, accidents respiratoires, etc.) qu'en recourant à de lourdes bonbonnes contenant le précieux élément chimique sous forme gazeuse. Un fabricant américain d'appareils médicaux a mis au point un récipient, facile à manier, contenant de l'oxygène solidifié qui peut être branché sur un masque facial. En pressant sur un bouton, une réaction chimique par catalyse produit de l'oxygène sous forme gazeuse qui, mélangé à l'air ambiant, facilite la respiration. Le système est prévu pour fonctionner pendant une demi-heure. Selon le fabricant, son appareil ne comporte aucun risque d'explosion ou d'incendie.



## Le diabète révélé par les bijoux en or?

La peau des personnes souffrant du diabète noircirait en étant en contact avec des bijoux d'or; telle est l'intéressante constatation que vient de faire l'Association anglaise d'assistance aux diabétiques. Ce phénomène s'expliquerait de la façon suivante : la peau des personnes atteintes de diabète sécréterait des acides gras spéciaux qui, en présence d'or, réagiraient chimiquement, recouvrant la peau d'une pellicule grisâtre. Si cette hypothèse se vérifiait, le dépistage précoce du diabète s'en trouverait infiniment simplifié.

## Arômes et essences de parfums

Une étude de la revue allemande « Chemische Industrie » estime à une valeur de 3,6 milliards de francs le marché occidental des essences de parfums et des arômes, marché que se partagent dix entreprises importantes, dont 5 des U.S.A., 2 d'Allemagne fédérale, 1 hollandaise et 2 suisses.

## 25 000 personnes cherchent de nouveaux médicaments dans le monde

Une récente étude de l'Association canadienne de l'industrie du médicament estime à 25 000 le nombre des personnes occupées dans le monde à des tâches de recherche et de développement au sein de l'industrie pharmaceutique.

En moyenne, la réalisation d'un nouveau médicament coûte approximativement 40 millions de francs et requiert environ huit ans de travaux entre le moment de sa découverte et sa mise à disposition des patients.

Depuis 1950, les dépenses de recherche et de développement ont absorbé, à l'échelle mondiale, plus de 35 milliards de francs et ont permis de découvrir environ 300 nouveaux produits pharmaceutiques de base.

## L'aflatoxine peut se développer dans tous les aliments

Des chimistes alimentaires ont établi qu'une centaine de champignons peuvent se développer dans la nourriture et donner des produits toxiques. La plus connue et la plus répandue est l'aflatoxine qui peut se trouver dans presque tous les aliments.

Le danger d'une intoxication aiguë est restreint, car on ne mange plus d'aliments faisandés. Les spécialistes craignent davantage l'effet cancérigène de ce toxique : un centième de milligramme d'aflatoxine produit à coup sûr un cancer du foie chez les rats. Comme la cuisson, même au four, n'élimine pas sûrement l'aflatoxine, il est nécessaire de prévenir la croissance des champignons dans les aliments, ce qui est possible par la stérilisation, la congélation ou l'addition de produits de conservation.

## Une technique suisse permet d'extraire les sucres du bois

Une entreprise suisse de machines (Sulzer de Winterthur) a mis au point une installation pilote permettant d'extraire et de séparer le glucose et le xylose que contient la pulpe des bois durs.

Ce procédé devrait permettre de tirer parti de quelque quinze millions de tonnes de

sucres de bois résultant annuellement du traitement de bois durs dans le continent nord-américain et qui ne sont actuellement pas récupérées par les fabriques de pâtes de bois.

## Nouvelles des Communautés européennes

Environnement : évaluation des risques liés à l'utilisation de pesticides et de certains autres produits toxiques

L'eau, l'air, le sol, ainsi que certains produits alimentaires (fruits, légumes, produits laitiers) contiennent souvent des traces résiduelles de pesticides ou d'autres produits toxiques utilisés dans l'industrie.

Les teneurs de ces produits dans l'environnement sont très faibles mais peuvent s'avérer dangereuses pour l'homme à cause de leur persistance dans l'organisme humain et dans l'environnement. Un groupe de produits, les « composés organo-halogénés », contenus dans les insecticides, herbicides et utilisés dans les imprimeries et dans l'industrie électrique sont une source particulière de pollution de l'environnement. Il est donc nécessaire et prioritaire d'évaluer de façon objective les risques que représente pour l'homme et son milieu la présence de ces composés dans l'environnement. C'est dans ce but que les services de la Commission européenne ont entrepris une série d'études avec le concours des spécialistes des pays membres.

Les résultats des travaux relatifs aux niveaux de pollution de l'eau, de l'air, du sol et des denrées alimentaires, ont montré que d'une façon générale on trouve des composés organo-halogénés dans tous les milieux. Les teneurs sont néanmoins très faibles et varient suivant les produits, suivant les milieux et suivant les situations géographiques.

On trouve des insecticides dans l'atmosphère à l'état de trace de l'ordre de 0,001 mg/kg. La contamination des eaux de surface et des eaux de mer est assez faible. En ce qui concerne les eaux de boissons, peu de mesures ont été effectuées, mais, selon les informations disponibles, il semble que les teneurs ne soient pas importantes. Il convient cependant d'être attentif, car il s'agit d'une voie directe d'atteinte pour l'homme.

En ce qui concerne les denrées alimentaires, de nombreuses mesures ont été faites et il a été constaté que les normes de tolérance en vigueur ne sont que très rarement dépassées. Des traces de D.D.T. ont encore été retrouvées, mais l'interdiction générale de son usage devrait entraîner une diminution de ces résidus. Les fruits, les légumes et surtout les produits laitiers semblent constituer encore une source régulière de résidus de pesticides dans le régime alimentaire des Européens. Sans dépasser les teneurs admises, il semble que certains sols traités contiennent une teneur résiduelle en profits nocifs.

En ce qui concerne l'imprégnation des tissus biologiques humains par les composés organo-halogénés, un petit nombre de mesures a été effectué pour l'ensemble de la Communauté, ce qui ne permet pas d'avoir une vue représentative de la situation. Les niveaux mesurés dans les États membres permettent cependant de conclure qu'il n'existe aucun risque immédiat pour les populations. Il convient néanmoins d'approfondir ces études à la fois par la mise en œuvre d'un programme rationnel de surveillance et aussi par des recherches sur les effets sur l'homme, notamment à long terme, de faibles doses de tels produits. Le programme de comparaison des résultats obtenus dans les États membres pour l'analyse

d'un même échantillon, conduit avec le concours de 30 laboratoires de la Communauté a porté sur la détermination de résidus de pesticides organo-chlorés dans des graisses. Cette expérience a montré d'une manière générale la qualité satisfaisante des analyses effectuées par les laboratoires pour la grande majorité des produits analysés. Tous les participants ont pu ainsi confronter leurs techniques et leurs expériences notamment au cours d'une réunion générale organisée par la direction protection sanitaire de la Commission européenne.

## Niveau de pollution

Pour pouvoir proposer des mesures concrètes visant à réduire la pollution, la Commission européenne a recueilli des informations sur les niveaux de pollution actuellement présents dans l'environnement et dans les tissus biologiques et examiné leur comparabilité à l'aide notamment d'analyses circulaires. Dès maintenant, des études ont été menées sur :

- des programmes d'intercomparaisons relatifs aux mesures du plomb dans l'atmosphère et dans les tissus biologiques;
- les composés organohalogénés;
- les niveaux de pollution de l'environnement par les composés organophosphorés;
- les niveaux de pollution des eaux de surface par les hydrocarbures;
- les composés du soufre et les particules en suspension;
- les niveaux mesurés de monoxyde de carbone dans l'atmosphère;
- l'amiante et le vanadium;
- les effets du bruit sur l'homme;
- les niveaux de pollution de l'environnement par les micropolluants organiques.

## Pollution atmosphérique et maladies respiratoires

S'il est désormais établi que la pollution atmosphérique favorise le développement des maladies respiratoires, l'effet spécifique de certains polluants présents dans l'atmosphère ou de certaines combinaisons de polluants n'a pu encore être élucidé. C'est pourquoi la Commission européenne a entrepris une enquête, actuellement en cours, afin de clarifier ces problèmes. Cette enquête porte sur des enfants fréquentant les écoles primaires, car les observations sur les enfants présentent plusieurs avantages : ils sont plus sédentaires que les adultes, ne fument pas et ne sont pas soumis à des expositions professionnelles nocives. D'autre part, il a été démontré que les facteurs du milieu qui contribuent à la mortalité par la bronchite chronique chez les adultes affectent les fonctions respiratoires chez les enfants. Dix-neuf zones d'étude ont été sélectionnées sur la base de leurs niveaux de pollution, due surtout à des composés du soufre et aux particules en suspension. Dans chaque zone, au moins 1 500 écoliers âgés de 7 à 11 ans sont soumis à l'enquête : les mensurations de poids, de hauteur et de fonction ventilatoire les informations sur les affections respiratoires des enfants, etc., sont recueillies au cours de l'enquête. Les données sur les niveaux de pollution, les résultats des mesures physiques et les réponses codifiées au questionnaire, recueillis et traités en un point central, fourniront des indications sur l'incidence des symptômes et maladies respiratoires chez les enfants exposés aux différents niveaux de pollution atmosphérique.

\* \*

La quantité d'anhydride sulfureux et de particules en suspension présente dans l'atmosphère s'élève dans la Communauté à plusieurs millions de tonnes. Ces polluants font l'objet d'une surveillance systématique

et intensive en Europe. Afin de caractériser les niveaux de pollution auxquels sont soumises les populations dans la Communauté, de déterminer les variations de ces niveaux dans l'espace et dans le temps et l'évolution de la pollution en fonction des politiques de réduction des nuisances, la Commission européenne vient de proposer au Conseil de ministres de la Communauté de mettre en place un système d'échange d'informations entre les États membres sur la pollution atmosphérique par les composés du soufre et les particules en suspension. Les informations ainsi obtenues permettront à la Commission européenne de disposer d'une base chiffrée pour préparer les mesures destinées à contrôler la pollution, soit au niveau communautaire, soit au niveau national.

#### Les déchets et les plantes : de nouvelles sources d'énergie

Les déchets solides provenant d'une ville de deux millions d'habitants pourraient, après transformation par des procédés biologiques, suffir pour alimenter une centrale électrique de 1 000 MW. Par ailleurs, en utilisant des plantes aquatiques telles que les algues, les États-Unis pourraient couvrir 100 % de leurs besoins en gaz en l'an 2000 en n'utilisant que 5 % de la surface du pays. Ces perspectives encourageantes résultent de travaux effectués un peu partout dans le monde sur les procédés de conversion photobiologique et photochimique. Nous publions ici un texte sur la conversion photobiologique et photochimique, qui est également une des nouvelles sources d'énergie dont le développement est l'un des objectifs prioritaires du programme de recherche et développement « de l'énergie pour l'Europe » proposé par la Commission européenne au Conseil de ministres de la Communauté.

Schématiquement, la bioconversion photosynthétique est la conversion par les plantes de l'énergie solaire qu'elles absorbent. L'efficacité normale n'est que de l'ordre de quelques dixièmes de pour cent mais des expériences en laboratoire sur certaines algues ont permis d'obtenir un taux de 10 %. Certains experts ont établi qu'une « moisson énergétique » correspondant à 850 km<sup>2</sup> ferait tourner une centrale électrique d'une charge de base de 1 000 MW. La conversion biologique de la matière organique en combustible peut constituer une nouvelle source d'énergie à bon marché. Étant donné la simplicité de la technologie de base ainsi que l'état actuel des connaissances, il n'est pas déraisonnable de croire que d'ici dix ans de très grandes unités de conversion des matériaux biologiques et des déchets organiques pourront alimenter des centrales de 100 à 1 000 MW.

Les recherches à entreprendre par la Communauté pourraient alors être les suivantes : *Processus photochimique et photoélectrique* Il importe que l'on procède dans la Communauté européenne à des recherches fondamentales dans le domaine photochimique, photoélectrochimique et photobiologique, de manière à promouvoir le développement

de nouvelles méthodes de production de substances chimiques à partir de l'eau.

#### Processus biologiques

La Communauté européenne devrait s'efforcer d'une part d'améliorer la production d'hydrogène des cellules vivantes, à partir de la photosynthèse et d'autre part de construire des systèmes synthétiques basés sur la connaissance de la photosynthèse.

#### Production de combustible et de chaleur à partir des moissons énergétiques et des déchets organiques solides

La Communauté européenne devrait étudier quatre procédés (combustion, fermentation, pyrolyse et réduction chimique) afin d'être capable d'ici 10 ans de produire des unités commerciales capables de traiter 500 à 1 000 tonnes par jour de matière organique solide. La fiabilité technique de ces quatre procédés est largement démontrée, mais il reste à savoir lequel des quatre procédés se prêterait le mieux au traitement d'importantes quantités de matériaux.

#### Fruits traités aux pesticides

Deux importateurs allemands de fruits ont été acquittés par un tribunal de Francfort, bien qu'ils aient importé de France des fruits traités avec des pesticides à fortes doses présentant des dangers pour la santé. Cet exemple illustre le problème posé par la réglementation garantissant la pureté des denrées alimentaires. La Communauté européenne a entrepris, en collaboration avec les experts des États membres, l'étude d'un très grand nombre de méthodes qui seront soumises, en temps utile, à l'avis des différents comités de réglementation des États membres. Le contrôle des pesticides est particulièrement difficile car les traitements se font sur les végétaux sur pied et ils n'entraînent pas nécessairement la présence de résidus dans les fruits à la récolte ; par ailleurs, ces résidus, lorsqu'ils sont présents, peuvent avoir une composition chimique différente de celle des pesticides utilisés. Dans ces conditions, une déclaration de l'exportateur indiquant les produits chimiques utilisés pour le traitement des fruits risquerait de ne pas refléter la nature et la quantité des résidus de pesticides se trouvant réellement sur ou dans ces fruits. Dans le cadre de ses attributions, c'est-à-dire lorsqu'il s'agit de veiller à l'application d'une réglementation communautaire, la Commission européenne ne manquera pas cependant de poursuivre ses efforts en vue d'une organisation efficace d'un tel contrôle. Une directive fixant les teneurs maximales pour les résidus de pesticides sur et dans les fruits et légumes a déjà été adoptée par les six États membres de la Communauté originaire, mais doit l'être encore par les trois nouveaux États membres.

#### Contamination par le mercure et le cadmium

La Commission européenne vient de publier un livre d'environ 700 pages contenant l'ensemble des communications présentées au colloque *Les problèmes posés par la contamination de l'homme et de son environnement par le mercure et le cadmium*, qui s'est tenu à Luxembourg du 3 au 5 juillet

1973. On trouve dans cette publication des informations détaillées sur la présence de mercure et du cadmium dans l'environnement, sur les techniques analytiques utilisées pour les mesures, sur les conséquences écologiques dues à la pollution par le mercure et le cadmium, l'apport à l'homme de ces deux polluants, leurs effets sur la santé publique. Ce livre est en vente en langue anglaise auprès de l'office des publications des Communautés européennes (boîte postale 1003, Luxembourg).

#### Diffusion des gaz radioactifs

Un rapport sur la diffusion des gaz radioactifs à moyenne distance vient d'être publié en langue allemande sous le titre « Die Ausbreitung radioaktiver Gase in Meso-Scale » et en langue anglaise sous le titre « The diffusion of radioactive gases in the meso-scale ». Les deux versions de ce rapport sont disponibles auprès de la Direction protection sanitaire de la Commission européenne, Centre Louvigny, 23, avenue Monterey, Luxembourg.

#### Surveillance médicale des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants et non ionisants

Tel est le titre d'un colloque que la Commission européenne vient d'organiser à Bruxelles et auquel ont participé une centaine de spécialistes en radioprotection, responsables de la santé publique, biologistes et physiciens sanitaires. L'objectif principal de ce colloque était l'examen de nouvelles orientations intervenues dans l'organisation de la radioprotection, compte tenu de l'évolution des connaissances scientifiques et des recommandations internationales. Certains nouveaux concepts ont été introduits dans les normes de base d'Euratom, et la Commission européenne a estimé nécessaire d'informer dès à présent les responsables de la surveillance médicale des neuf États membres des modifications et des conséquences qui en résultent pour l'organisation de cette radioprotection. Les principes de la protection sanitaire contre les dangers des rayonnements non ionisants et notamment des rayonnements laser et des microondes sont contenus dans deux projets de recommandations que la Commission européenne compte adresser prochainement aux États membres et que le colloque a discuté dans le détail.

#### Contre la pollution des eaux

La dégradation croissante de la qualité de l'eau et la menace constituée par le déversement non contrôlé dans l'eau de substances toxiques ou dangereuses ont amené plusieurs États européens et, parmi eux, les différents États membres de la Communauté européenne, à prendre des initiatives concrètes visant à interdire ou à réglementer ces rejets. C'est pourquoi la Commission européenne vient de proposer au Conseil de ministres de la Communauté d'adopter un projet de décision visant à assurer une certaine cohérence entre les différentes réglementations limitant en Europe le rejet de substances toxiques ou dangereuses dans l'eau.