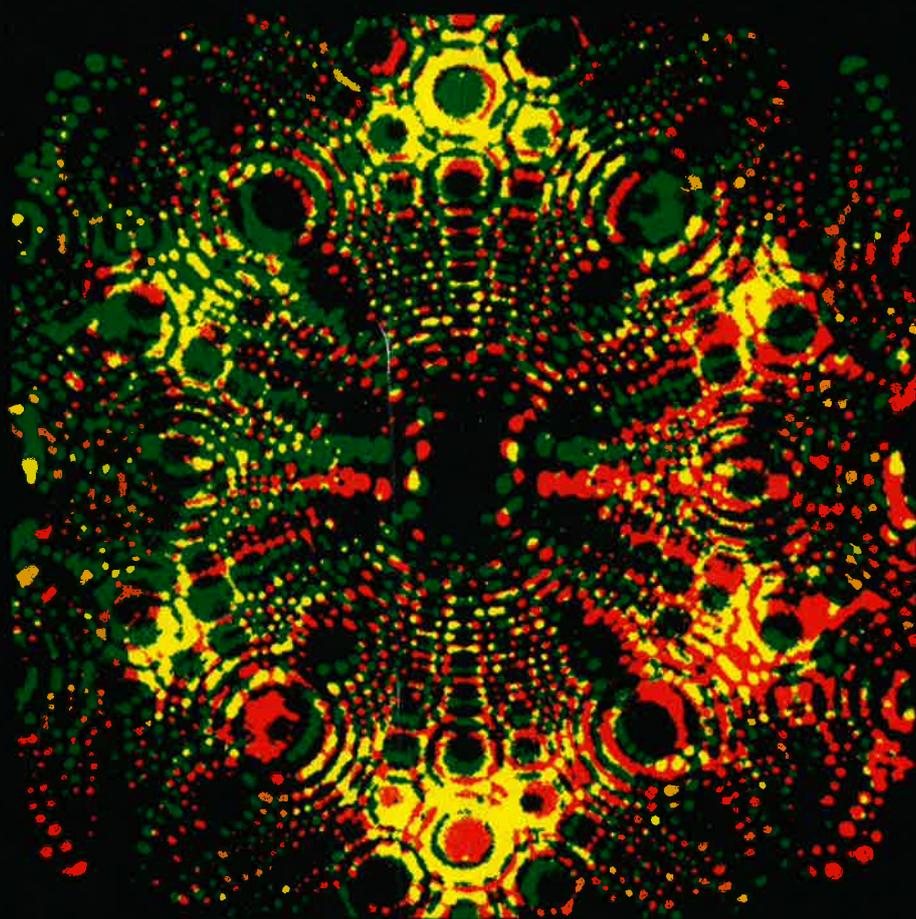
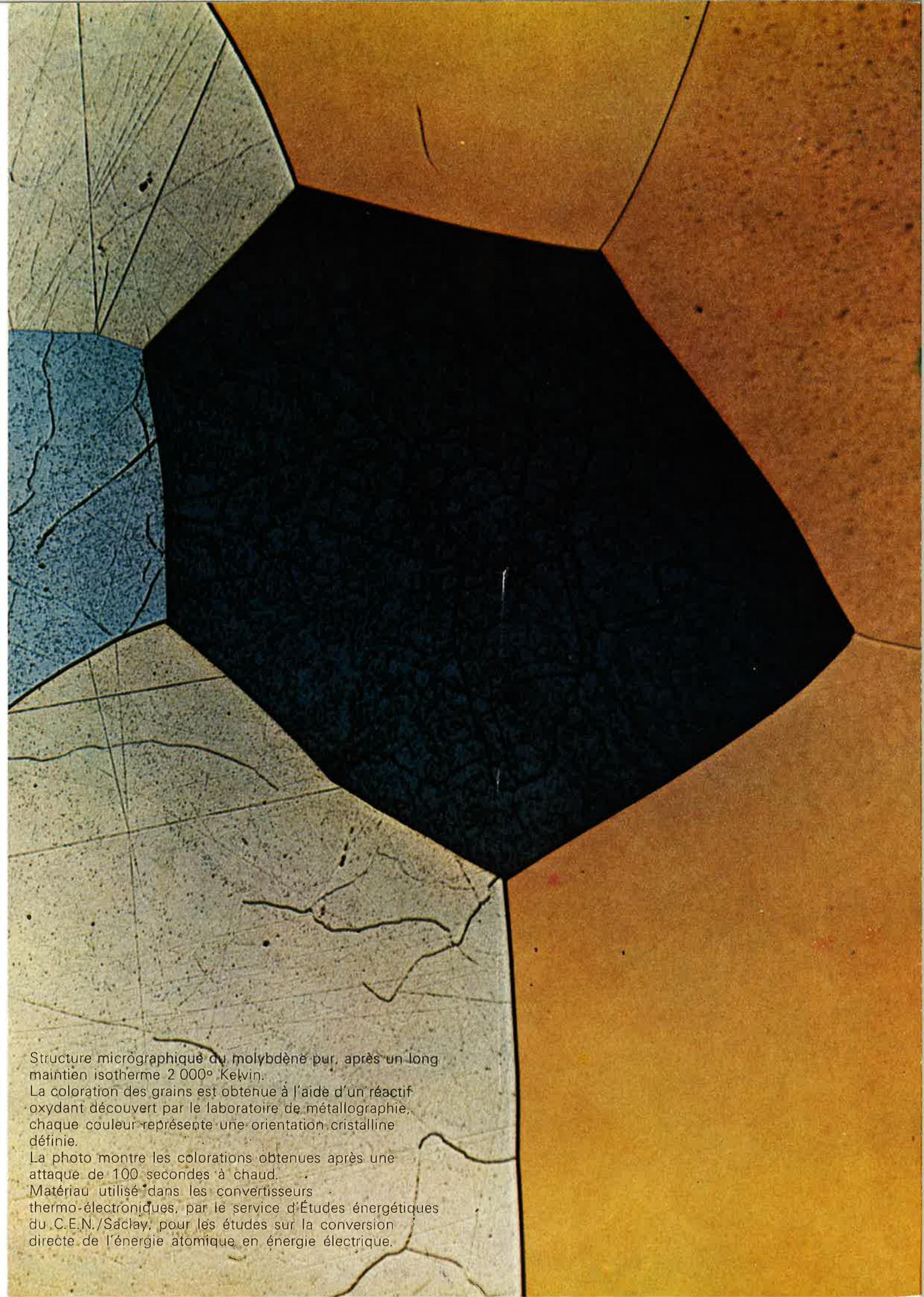


L'actualité  
chimique

publiée  
par la  
Société  
Chimique  
de France

février 1974  
n°2





Structure micrographique du molybdène pur, après un long maintien isotherme 2 000° Kelvin.

La coloration des grains est obtenue à l'aide d'un réactif oxydant découvert par le laboratoire de métallographie, chaque couleur représente une orientation cristalline définie.

La photo montre les colorations obtenues après une attaque de 100 secondes à chaud.

Matériau utilisé dans les convertisseurs thermo-électroniques, par le service d'Études énergétiques du C.E.N./Saclay, pour les études sur la conversion directe de l'énergie atomique en énergie électrique.

## Sommaire

- 3 Point de vue**  
*La science manipulée*  
par Claude-Jérôme Maestre
- 7 Faisons le point**  
*Photochimie III. Composés carbonyles (1<sup>re</sup> partie)*  
par Jean Kossanyi
- 21 Enseignement**  
*Qu'est-ce que le « Keller Plan » ?*  
par Pierre Laszlo  
*A contre courant : une expérience de rénovation  
pédagogique de l'enseignement de la chimie dans le  
second degré*  
par Maurice Gomel
- 27 Le laboratoire**  
Recherche. Développement. Appareils. Produits  
nouveaux
- 34 Pages d'histoire**  
*Chevreul*  
par Chemicus
- 37 Économie**  
*Évolution récente de l'industrie chimique française  
(2<sup>e</sup> partie)*  
par François Guinot
- 41 Les livres**  
Analyses des livres reçus
- 49 Nouvelles de l'étranger**  
*Echos de la « Quinzaine de la chimie » de Genève*  
par Françoise Beer-Poitevin
- 54 Communiqués et informations**  
Deuxièmes journées internationales de R.M.N.  
de Marseille  
Appels d'offres de la D.G.R.S.T.
- 61 Informations S.C.F.**  
Réunions  
Assemblée générale  
Communiqués S.C.F.  
Nouveaux Membres  
Demandes et offres diverses

## Administration - Rédaction Publicité

250, rue Saint-Jacques  
75005 Paris  
Téléphone : 033.20.78  
325.20.78

Lucien Ducret  
Rédacteur en Chef

## Comité de patronage

**Jacques Bénard**  
Ancien Président de l'I.U.P.A.C.  
**Georges Champetier**  
Membre de l'Institut  
**Gaston Charlot**  
Membre de l'Institut  
**Georges Chaudron**  
Membre de l'Institut  
**Raymond Cornubert**  
Correspondant de l'Institut  
**Jacques Duclaux**  
Membre de l'Institut  
**Maurice-Marie Janot**  
Membre de l'Institut  
**Paul Laffitte**  
Membre de l'Institut  
**André Michel**  
Président de la S.C.F.  
**Henri Moureu**  
Membre de l'Institut  
**Henri Normant**  
Membre de l'Institut  
**Raymond Paul**  
Correspondant de l'Institut  
**Charles Prévost**  
Ancien Président de la S.C.F.  
**Jacques Tréfouel**  
Membre de l'Institut  
**Léon Velluz**  
Membre de l'Institut

## Abonnements

**L'Actualité Chimique**  
remplace le bulletin bi-mensuel de la  
Société Chimique de France.  
Les Membres de la Société versent  
une cotisation annuelle de 25 F  
qui leur donne droit à un abonnement  
préférentiel de 50 F à cette revue.

**Abonnement annuel**  
(pour 10 numéros)  
France, Europe, Afrique du Nord : 75 F  
Autres pays (envoi par avion) : 125 F

Toute demande de changement  
d'adresse doit être accompagnée du  
numéro de code de l'abonné et d'une  
somme de 5 F (chèque ou timbres).

**C.C.P. Paris : 280.28**

**Prix du numéro : 8 F**

En vente uniquement au siège  
de la S.C.F.

### ***La science manipulée \****

***par Claude-Jérôme Maestre***

#### ***A. Quelques dessous de la manipulation de la science***

*Les débats soulevés depuis quelques années par la croissance, les vicissitudes de la politique scientifique et les interrogations quant à sa participation au progrès, ont mis à l'ordre du jour le problème du rôle joué par les connaissances dans la vie des sociétés. Si une politique de la recherche devait exister comme telle, fallait-il la concevoir pour la science, la prospérité de celle-ci étant garante de son utilité sociale, ou devait-on l'intégrer comme moyen dans une politique d'ensemble? Querelle de termes méconnaissant profondément les processus réels de négociations et de décision, les pouvoirs mis en jeu et leurs mobiles profonds. Car, hormis quelques cadres institutionnels censés créer les conditions de neutralité et d'indépendance auxquelles nombre de chercheurs sont fort légitimement attachés (c'est le cas du C.N.R.S. en France), quelque 90 % du potentiel de recherche reconnu des pays développés produit, sinon des résultats à la demande, du moins des travaux centrés sur des axes privilégiés qui lui sont imposés de l'extérieur. On peut en outre noter, parlant des 10 % de potentiel restant, théoriquement dégagés de toute contrainte, que l'indépendance de la recherche dite fondamentale, au même titre que celle de l'éducation nationale, est toute relative. En fait elle n'existe jamais que dans l'esprit de ceux qui s'en satisfont et vivent naturellement dans les cadres imposés par leurs pairs, l'institution dont ils font partie, et une culture. Le scepticisme vis-à-vis de la liberté de la science conduit à affirmer qu'elle ne constitue généralement qu'un moyen : mais alors pour qui? et pour quoi?*

*L'importance des ressources à mettre en œuvre pour mobiliser la recherche, fait de celle-ci un outil à la seule disposition des organisations, publiques ou privées, et des plus importantes d'entre elles en particulier. Qu'elles aient vocation de production ou de service, elles constituent bien avant le consommateur la véritable demande active du savoir. Elles modèlent le monde des connaissances à travers les moyens humains, financiers, matériels dont elles disposent; les marchés en absorbent*

\* Cet article, partiellement extrait de l'ouvrage « La science contre ses maîtres », édité chez Grasset, livre une des clefs de la démarche exposée dans le livre.

*plus ou moins passivement le produit en servant souvent de caution à l'action de structures qui entendent bien, non seulement ne pas mourir, mais se développer.*

*La réponse à la deuxième question : « Pourquoi la science est-elle un moyen ? » est simple : parce qu'elle donne des pouvoirs.*

*Mettons-nous à la place d'une organisation quelconque ayant un objectif implicite mais premier, la survie. Elle se situe dans le cadre d'une mission, d'une vocation ou d'une histoire dans un environnement particulier (celui de la santé des membres d'une collectivité, de leur éducation, celui de la fabrication et de la vente de machines à laver ou de téléviseurs, celui de la production et de la distribution de courant électrique...) au sein duquel se joue son sort face à un marché, à des concurrents, à d'autres pouvoirs censés défendre le bien commun ou répartir les ressources collectives. Les réactions de l'organisation seront celles de toute structure vivante : protéger son existence et si possible croître, soit par adaptation interne aux conditions extérieures, soit dans la mesure où la chose est possible, par l'exercice de tous pouvoirs efficaces sur les éléments environnants dont dépend son existence. La réaction de protection par aménagements intérieurs des structures ne paraît intéressante, du point de vue de l'innovation qu'à titre second. En effet, vu les difficultés de son application et les problèmes qu'elle entraîne, elle n'est envisagée qu'en dernière extrémité. D'ailleurs, sauf erreur il semble bien que la débauche de publications sur le management, la gestion par objectif, ne soit pas tellement prolifique en ce qui concerne les recherches et surtout les découvertes en matière d'adaptabilité, de flexibilité interne des structures humaines organisées.*

*En fait le chemin de la solution de l'adaptation par modification de l'organisation elle-même paraît le plus souvent trouver sa solution dans l'augmentation de la taille des entreprises ; leur capacité à épouser les accidents de parcours est certes inversement proportionnelle à leur dimension, c'est-à-dire à leur inertie, mais celle-ci confère surtout des pouvoirs manifestes sur les facteurs externes jugés plus malléables que les rigidités internes.*

*Ce fait ajouté aux atouts particuliers que donne la surface financière, humaine, matérielle, conduit les organisations à faire d'autant plus usage de leurs pouvoirs sur l'environnement qu'elles sont plus grandes. Les regroupements, fréquents aujourd'hui, entre structures estimant leur poids individuel insuffisant confirment le bien-fondé de cette assertion.*

*Ces remarques incitent à mettre l'accent sur l'action extérieure des organisations et l'utilisation qu'elles font de l'innovation dans cette optique. On peut considérer cette action répartie en quatre domaines : celui des éléments en provenance de l'environnement absorbés par l'organisation : personnel, financement, matières premières, matériel, etc... ; celui des unités concurrentes ; celui du marché pris dans un sens très général ; celui des structures publiques, maîtresses de certaines règles du jeu. Les deux premiers domaines font place à l'innovation à deux titres : le premier provient de l'imagination dont il faut faire preuve au sein de toute tractation ou négociation, au niveau de l'argumentation. Le deuxième tient à la souplesse dont il faut témoigner sur les plans stratégiques et tactiques dans toute compétition. Commenter ces deux points présenterait à n'en point douter un immense intérêt, mais il nous paraît plus essentiel dans le cadre du sujet abordé ici, d'analyser en quoi le progrès des connaissances servait le dessein des structures dans les troisième et quatrième domaines.*

*Toute organisation, publique ou privée, est médiatrice entre ceux qui en font partie et le monde extérieur. A ce titre, elle traduira dans son action les pulsions et les motivations hétérogènes de ses membres dans la mesure où elle aura démontré à leurs yeux son aptitude à les satisfaire.*

*La réalisation de l'objectif survie résultant de cette médiation l'incitera à agir sur tous les domaines manipulables de son environnement, le marché en particulier, en usant de trésors d'ingéniosité parmi lesquels, au niveau de la production et de la diffusion des biens, l'innovation a sa place. Celle-ci représente en effet un élément certain de pouvoir sur le consommateur séduit dans sa quête du mieux et du meilleur par la nouveauté. Si besoin en est, on s'attachera à le sensibiliser tout particulièrement à cet attrait en faisant appel à de multiples motivations conscientes ou inconscientes. « Le bonheur demain si... », « Pour votre rang social il faut que... », « Plus de facilité avec... », « La sécurité si... », etc... Séduire par l'innovation directe et l'argumentation qu'elle peut cautionner sera en général préféré par les organisations, à l'attraction pouvant résulter de baisses de prix. Celles-ci devraient sans doute atteindre d'importants pourcentages pour être efficaces, mais on peut se demander si ce choix ne correspond pas implicitement, mais réellement à celui du minimum d'effort ou du maximum de facilité au niveau de la créativité et de la recherche. En effet, une importante diminution des coûts implique d'énormes progrès sur le plan productivité. Ces progrès dépendent en grande partie d'une imagination efficace et fertile en matière, non seulement d'utilisation optimale des investissements, mais surtout de relations humaines ! Domaine où l'homme se sent si peu à l'aise qu'il éprouve de vives répugnances à troubler la relative quiétude que lui donne un système de rapports codifiés entre catégories. Par ailleurs les organisations ont toujours su combien l'individu, en Occident tout particulièrement, était attaché à ses rêves, et l'innovation se prête facilement à leur multiplication, leur exacerbation et leur orientation ; au point qu'il est possible d'endormir, sinon d'étouffer, l'expression des véritables besoins par l'accumulation des désirs et des envies monopolisant l'attention et la conscience.*

*Dans la logique des systèmes fondés sur le développement du couple production-consommation, il n'est nul besoin de recourir à une manipulation collective organisée, telle que la propagande. Celle-ci trouve implicitement et tout naturellement sa place, ses structures, son financement, sa dynamique propre, toutes choses concrétisées entre autres par les services et institutions spécialisées dans la publicité, les relations publiques ou certains usages des moyens audio-visuels. Sous couleur d'informer, nécessité que personne ne conteste, les organisations ont toujours tendance à mobiliser une clientèle en la séduisant. L'innovation entre à des degrés divers dans les produits ou services fournis à cette dernière. Elle le fait bien rarement dans le cadre d'une totale pureté d'intention.*

*D'aucuns pourraient faire remarquer avec quelque naïveté que la mission de certaines organisations ayant vocation de services publics est justement de protéger l'individu et la collectivité contre ce type de manipulation au nom de la dignité humaine. C'est oublier parmi d'autres éléments, qu'elles peuvent difficilement ne pas prendre en considération, au nom d'une certaine conception du bien commun lui-même, la sauvegarde de structures non publiques. Ainsi, la vie de certaines régions est liée à celle des entreprises qui y sont implantées. C'est oublier également que ces mêmes organisations publiques font partie de l'environnement que tentent d'aménager en leur*

*faveur les structures les plus menacées dans leur survie, telles les entreprises, et qu'à ce titre, elles sont l'objet de pressions constantes auxquelles elles ne peuvent humainement opposer une résistance sans faille. Outre tous les degrés de défaillances individuelles possibles, l'affrontement entre une mission aussi imprécise que l'intérêt général et un objectif clair aussi contestable soit-il, assorti d'une grande souplesse tactique, ne s'achève pas souvent à l'avantage de la première. Il n'est pour s'en convaincre que d'observer les surprises désagréables du développement urbain.*

*De la sorte, les arbitrages conscients ou inconscients rendus en matière d'orientation de l'innovation au nom du bien commun sont toujours marqués de concessions aux exigences des organisations qui participent à sa concrétisation. Améliorer l'habitat grâce à des recherches nouvelles ne pourra se faire sans acquérir la participation de multiples intervenants. Celle-ci interviendra à l'issue d'une négociation, dans laquelle les administrations publiques devront implicitement tenir compte des impératifs de survie des parties prenantes.*

*Mais les distorsions en matière d'extension et d'utilisation du savoir considéré comme moyen ne s'arrêtent pas aux compromis propres à l'arbitrage nécessaire entre respect de l'individu et besoins des organisations. En effet, toute activité publique prétend être fondée, au nom d'un meilleur service, sur la neutralité et l'indépendance des membres qui en sont chargés.*

*Elle postule de ce fait l'intégrité, la pureté, le dévouement sans limite du fonctionnaire. Malheureusement cette hypothèse de base n'a en l'occurrence aucune raison d'être beaucoup plus exacte que pour la moyenne de la population. Jouissant d'une rente de situation, n'ayant personne à séduire, et pas de combat à soutenir au nom d'une vie que rien ne menace, les administrations publiques ont tendance à penser trop à leur confort. La mission de service à la collectivité sera d'autant plus facile à remplir que l'on aura davantage les moyens d'en fixer, d'en imposer, d'en contrôler personnellement les normes, en particulier par le biais de l'innovation. On peut citer, à titre d'exemple, l'emploi de moyens informatiques donnant lieu à une argumentation pseudo-scientifique « avalée » par le public, ou permettant un meilleur contrôle des individus au point de poser le problème de la protection de la vie privée ; à citer également les systèmes d'observation et d'écoute, ou plus simplement encore la détermination passablement déshumanisée de nombre de règlements concernant l'habitat et la ville. Un certain paradoxe veut que l'inamovibilité des organisations administratives les mette à l'abri des conséquences négatives de leur action. Les structures politiques sont alors souvent là pour faire les frais de l'opération, telles les figures préposées d'un jeu de massacre, sans que ce rôle de victime expiatoire les réhabilite pour autant.*

*Mais la subtilité des manipulations de l'innovation comme moyen de survie des organisations présente encore d'autres aspects. Utiliser la recherche et ses résultats en vue d'assurer la survie est une chose, en assumer les risques en est une autre. Le réflexe des structures organisées sera donc de faire supporter le coût de ces derniers par leur environnement, et en particulier par l'État, au nom d'un intérêt collectif quelconque. Mais cet objectif de bien commun n'est souvent qu'un prétexte pour ne pas avoir à affronter les aléas que comporte toute recherche. Nombre d'aides ainsi dispensées au titre du développement ont été considérées par leurs bénéficiaires comme de simples subventions et donc plus ou moins détournées des intentions au nom desquelles elles avaient été allouées.*

*Notons enfin que le moyen innovation peut être utilisé au travers d'une chaîne d'organisations dont chaque maillon tente d'acquérir un avantage sur celui qui est en aval. C'est ainsi que les États mis en demeure de perfectionner leur appareil militaire afin de s'assurer des avantages en cas de conflits ou de négociations, sont soumis dans une certaine mesure, aux pouvoirs des organisations qui s'attacheront à leur fournir les matériels les plus perfectionnés.*

*Ainsi, de la nécessité de survie à l'acquisition des pouvoirs qu'elle implique, l'innovation fait-elle le jeu des structures.*

*Une part du prix que paye un pays pour son évolution par la science est faite de cette dimension inéluctable de la vie collective.*

## **B. La science au service de valeurs inavouées**

*Nous avons essayé de montrer sommairement que les organisations constituaient l'élément fondamental de la manipulation des connaissances, et donc de l'intégration de ces dernières dans l'évolution des sociétés qui en est peu ou prou le résultat.*

*En effet, la marche des collectivités se joue à travers les pressions, les négociations, les conflits, les arbitrages rendus entre et par des structures organisées. L'individu isolé n'a sur cette grande scène qu'un rôle épisodique et malheureusement parfois dérisoire d'électeur, soit comme citoyen, soit comme membre de telle ou telle structure syndicale ou partisane, soit encore comme consommateur. Heureux encore quand la signification de son bulletin n'est pas détournée au bénéfice d'un jeu obscur assez différent de celui pour lequel les organisations l'ont sollicité. A l'évidence, toutes les sociétés humaines ont quelque raison de redouter les initiatives individuelles qui leur échappent. Il faut alors tenir sa place dans la structure, c'est-à-dire être conforme à ce qu'elle attend de vous, et ne se manifester que dans le cadre des règles et conventions. On comprend que toute expression sauvage et massive telle que celle de Mai 1968 en France soit redoutée au plus haut degré et qu'à la moindre présomption de naissance, elle fasse l'objet de tentatives de récupération ou d'étouffement. Il est de fait difficile, pour les leaders dont la position hiérarchique au sein des organisations garantit l'orthodoxie, de comprendre ce qu'est la vie en dehors des normes qui leur ont si bien réussi. Désarmés, ils se lancent dans le regroupement facile des troupes en les appâtant. Si vous vous taisez, vous aurez une récompense ! Si vous vous taisez, vous aurez une augmentation de salaire, ou tel avantage futur pour la retraite. Si vous vous taisez, vous aurez votre adduction d'eau, ou votre déviation routière... ! Quand on pense en outre que certaines organisations publiques redoutent l'expression sauvage non seulement des individus, mais d'autres organisations, collectivités locales ou syndicats par exemple, on pressent jusqu'où peut aller la distribution des gourmandises démagogiques dans lesquelles rentre souvent comme condiment l'innovation ! Les structures ont trouvé les points faibles. Elles monnaient l'acceptation de la pénibilité, de la déshumanisation du travail, comme elles achètent l'attrait de la nouveauté chez le consommateur par l'entretien publicitaire d'une espérance de bonheur futur. Et ainsi tout rentre dans le rang, la vie passe sous les fourches caudines d'un système, poussée par le bras puissant du savoir.*

*Cette primauté d'un jeu et des éléments qui le constituent s'exerce également sur les connaissances et leur évolution, jusque dans leurs concrétisations au sein du cadre de vie, sous forme de produits, de services, de composantes du style de vie, de relations. Les*

organisations constituent une sorte de filtre, « d'interface » entre le savoir acquis, et la collectivité en devenir. Elles ont entre leurs mains une fraction très importante des moyens d'extension et de manipulation du bagage qu'a accumulé à un moment donné toute l'activité de recherche passée. La plus grande partie du potentiel de matière grise consacré à l'innovation est entre leurs mains. Il ne faut donc point s'étonner que l'expansion des connaissances et de leurs prolongements concrets reflète la partie jouée par les structures. Il ne saurait être question de prétendre que l'organisation puisse être systématiquement néfaste dans son existence, ses expressions et ses relations ; on peut seulement avancer qu'elle reflète une certaine part de l'homme : celle qui s'accorde, parce qu'elle le sous-tend, avec l'objectif de survie. Plus exactement, elle est médiatrice, pour tout ou partie, de chacun de ses membres. Elle concrétise dans son action les valeurs préférentielles qu'y vivent les individus qu'elle regroupe de plus ou moins bon gré. Pour certains, les plus nombreux, il s'agira seulement de gagner le pain quotidien, quitte, pour les plus actifs d'entre eux, à s'intégrer dans une structure ad hoc, syndicat ou parti, s'ils veulent exprimer activement telle ou telle valeur étouffée. Mais la plupart se tairont passivement en attendant le temps du bulletin de vote, ou l'occasion offerte d'une expression qui ne les engage pas trop. Pour d'autres, dont le niveau de vie aura dépassé celui des nécessités vitales, la valeur souvent inconsciente sera la primauté des désirs sur les besoins réels, du personnage sur les personnes, des attributs sur la personnalité. Pour quelques-uns, malheureusement assez rares, l'organisation sera effectivement un moyen d'expression.

On a souvent dit que le champ des connaissances ne progressait que dans la mesure où il trouvait un marché demandeur. Nous voyons maintenant ce que cela signifie dans la réalité. Cette balle dont les rebonds sont l'innovation, n'est reprise et relancée qu'en fonction de son utilité au regard des organisations et des motivations individuelles qu'elles rassemblent. Les mouvements du savoir recouvrent de nombreux types de valeurs vécues, soit dans les structures, soit dans un marché en grande partie récupéré. Il ne saurait être question de les analyser ici en détail ; tout au plus peut-on suggérer de rassembler un grand nombre d'entre elles, les plus avouables, sous la rubrique « refus du mal ». Certains maux, physiques en particulier, sont universellement reconnus comme tels : la faim, la soif, les carences alimentaires, le froid excessif, les cataclysmes naturels, les nuisances, etc. Mais nombreux sont ceux dont l'importance n'est perçue qu'à travers une culture donnée. La mort redoutée en Occident, beaucoup plus acceptée en Extrême-Orient ou chez les primitifs ; le manque d'espace ou les fortes concentrations, beaucoup mieux tolérés en Grande-Bretagne et surtout au Japon qu'aux États-Unis. Autre exemple : nous appliquons, en Occident particulièrement, notre capacité d'innovation à dégager du temps libre, du temps de loisir dont nous ressentons le manque comme un mal, alors que nombre d'autres peuples dont la perception de la durée est différente en ignorent jusqu'à l'existence. L'insécurité matérielle est ressentie par le plus grand nombre — les sondages en témoignent — comme un des plus grands maux qui soit, alors que d'autres, non seulement s'en accommodent, mais ne peuvent vivre sans ce piment. Et paradoxalement le progrès technique accroît

l'incertitude de l'avenir, d'où l'accent mis intensément, mais avec beaucoup d'illusions sur le développement des sciences censées donner une maîtrise du futur. Qui dira jamais le besoin de sécurisation que sous-tendent les multiples études de planification ! Que dire alors, toujours dans la même voie, des désirs artificiellement créés par les catégorisations sociales ou par la publicité ; désirs dont la non-satisfaction est sincèrement ressentie comme une lésion ! Toute l'ambiguïté du progrès réside peut-être dans cette confusion entre les besoins et les désirs, le mal étant dans les deux cas lié à l'insatisfaction présente, essentiellement vitale en ce qui concerne les besoins, seulement ressentie sincèrement comme telle dans le cas des désirs.

Dans nos pays économiquement développés, la plupart des besoins matériels sont satisfaits. Ceux qui subsistent sont plus profonds, et, par conséquent, plus difficilement exprimables, mais aussi malheureusement plus aisément étouffables. Leur nature les intègre aux niveaux psychologiques et psychiques des individus et rend ainsi leurs manifestations infiniment fragiles. Faisant partie de l'inconscient, ils peuvent facilement être dominés par les désirs éprouvés de manière sensible, forte et pourtant moins vitaux pour l'équilibre humain.

Cette réflexion nous conduit à énoncer la proposition suivante : « la personne valorise sa vie à travers l'avoir dans la mesure où il la méconnaît ou la redoute à travers l'être ». Ce penchant, qui semble d'ailleurs être plus particulièrement occidental, serait le moyen privilégié de mobilisation des hommes par les organisations.

On peut remarquer également combien, au même titre que l'être humain, l'appareil producteur et manipulateur de la plus grande partie des innovations, redoute aussi des maux, éprouve des besoins et des désirs, toutes choses reflets de sa vie interne. Le besoin de stabilité des systèmes organisés les conduit à considérer comme nuisibles certains événements, comme la remise en cause brutale d'un rythme de croissance, si le changement doit perturber profondément la progression des avantages à laquelle s'étaient habitués les membres de la structure, particulièrement aux échelons supérieurs. « Mal » également, ou considéré comme tel, une évolution trop rapide entraînant des changements traumatisants quand, passé l'euphorie des résultats brillants, s'imposent des bouleversements de tous ordres dans l'entreprise. « Mal » encore, toute cause d'évolution génératrice d'insécurité et d'inconfort dans les situations acquises, surtout si aucun statut officiel n'est garant de leur pérennité.

Les organisations, au même titre que les hommes, éprouvent de multiples insatisfactions qui pèsent sur l'orientation de leurs innovations. Maux engendrés par les besoins et les désirs de leurs membres, tourments résultant d'une somme de rêves individuels non concrétisés. Espoirs non réalisés de bénéfices à partager entre les actionnaires, primes pour les travailleurs de tous grades, espoirs de tels honneurs, de telle considération ou passe-droit quand leur obtention passe par le canal de la structure.

En fin de compte, l'innovation malmenée par les organisations (qui privilégient les valeurs de possession en usant des détournements de conscience) paraît avoir favorisé plus le rêve que la vie. Elle a servi le refus du présent et les hommes ont désappris de vivre avec les choses à force d'exister par elles.

## Photochimie. III. Composés carbonylés (1<sup>re</sup> partie)

par Jean Kossányi et Bernard Furth

(Laboratoire de chimie organique structurale, Batiment F, Université de Paris VI, 4, place Jussieu 75230 Paris Cedex 05)

En raison de la grande variété des réactions photochimiques que subissent les composés carbonylés sous l'influence de la lumière ultraviolette, il semble illusoire de donner, *in extenso*, l'ensemble des résultats connus pour ces composés. Aussi nous intéresserons-nous davantage aux processus photochimiques primaires que nous illustrerons à l'aide d'exemples types; nous indiquerons, également, pour chaque réaction, les anomalies rencontrées

### I. Excitation

Outre les orbitales moléculaires  $\sigma$  (et  $\sigma^*$ ) qui constituent leur squelette carboné, les aldéhydes et les cétones saturés se caractérisent (schéma 1) par une orbitale moléculaire liante  $\pi$  (et l'orbitale antiliante  $\pi^*$  correspondante) entre le carbone et l'oxygène, et par deux orbitales non-liantes  $n_1$  (constituée d'une orbitale atomique d'hybridation  $sp$  de l'oxygène) orientée suivant l'axe  $xx'$  et  $n_2$  (orbitale  $2p$  pure de l'oxygène) orientée suivant l'axe  $yy'$ ; chacune d'elles accommode deux électrons.

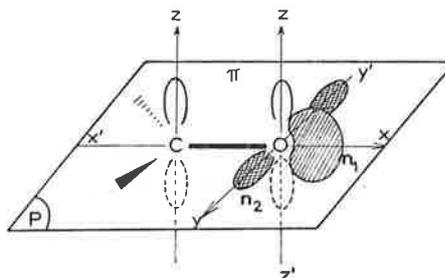


Schéma 1

Du point de vue énergétique, les différentes orbitales peuvent être classées dans l'ordre croissant

$$\sigma < \pi < n_1 < n_2 < \pi^* < \sigma^*$$

L'excitation électronique demandant la plus faible énergie correspond à la transition (singulet fondamental  $S_0$  — singulet  $S_1$ ) d'un électron de l'orbitale  $n_2$  ( $2p_y$ ) à l'orbitale antiliante  $\pi^*$ . Cette transition a un moment nul par suite de la règle de symétrie locale ( $\epsilon \sim 10 \text{ l.mole}^{-1}\text{cm}^{-1}$ ) et elle est polarisée suivant l'axe  $yy'$  (1). Lorsque l'orbitale  $n_1$

n'est plus une orbitale  $2p$  pure, mais possède un certain caractère  $s$  (ce qui est le cas de  $n_1$ ), le moment de la transition  $\pi^* \leftarrow n$  n'est plus nul et la transition est polarisée suivant un plan perpendiculaire au plan P de la molécule. L'intensité de la bande d'absorption correspondante sera fonction de la contribution de l'orbitale atomique  $s$  de l'oxygène à cette orbitale non-liante  $n$ . Entre les deux transitions possibles  $\pi^* \leftarrow n_1$  ( $sp$ ) et  $\pi^* \leftarrow n_2$  ( $p$ ), la première est d'énergie plus élevée et se produit pour des longueurs d'ondes plus courtes des radiations électromagnétiques. On admet que la bande d'absorption observée vers 275-315 nm correspond à la transition interdite  $\pi^* \leftarrow n_2$  ( $p$ ); une seconde bande d'absorption à 185 nm pour le formaldéhyde et 187 nm ( $\epsilon \sim 1\,000\text{ l.mole}^{-1}\text{cm}^{-1}$ ) pour l'acétaldéhyde a été attribuée à la transition  $\pi^* \leftarrow n_1$  ( $sp$ ). Il existe, néanmoins, une polémique au sujet de l'origine de cette bande et certains auteurs l'attribuent à une transition  $\sigma^* \leftarrow n_2$  ( $p$ ) (2). Une seconde bande d'absorption a été observée (3) dans l'ultraviolet du vide vers 150-170 nm ( $\epsilon \sim 10^4\text{ l.mole}^{-1}\text{cm}^{-1}$ ) et attribuée à la transition  $\pi^* \leftarrow \pi$ .

Du point de vue réactivité photochimique des composés carbonylés, c'est la transition  $\pi^* \leftarrow n_2$  qui est d'intérêt et, donc, c'est surtout celle-ci qui nous préoccupera. La substitution d'un hydrogène du formaldéhyde par un méthyle élève l'énergie de l'orbitale antiliante  $\pi^*$  du groupement carbonyle, par suite d'effets inductifs et d'hyperconjugaison; elle n'a, en revanche, guère d'action sur l'orbitale non-liante  $n_2$  de l'oxygène. Il en résulte que l'absorption des cétones se produit à des longueurs d'onde légèrement plus courtes ( $\sim 10\text{ nm}$ ) que celle des aldéhydes. La substitution croissante, qui permet de passer de l'acétone à l'octaméthyl-2,2,3,3,5,5,6,6 heptanone-4, montre une participation de chacun des substituants par un incrément caractéristique à l'effet bathochrome observé sur la bande d'absorption (4) : de 278 nm pour l'acétone à 301 nm pour l'octaméthylheptanone-4, et à 321 nm pour la triterbutylacétone. L'incorporation du carbonyle dans un cycle produit un déplacement bathochrome de l'absorption et l'apparition de structures vibrationnelles qui traduisent l'empêchement à la libre rotation; l'intervalle vibrationnel principal correspond au mode d'élongation du carbonyle ( $1\,100\text{-}1\,400\text{ cm}^{-1}$ ). Il a été avancé que la transition  $\pi^* \leftarrow n$  de ces cétones acquiert un léger caractère  $\pi,\pi^*$  (ce qui lève en partie l'interdiction pour raison de symétrie locale) lorsque le squelette carboné est très dissymétrique au niveau du groupement carbonyle (5). Une bande de transfert de charge est observée (6) vers 180 nm ( $\epsilon \sim 4\,000\text{ l.mole}^{-1}\text{cm}^{-1}$ ) pour des groupements carbonylés conjugués avec un cyclopropane.

La conjugaison du carbonyle avec une double liaison éthylénique ou un noyau aromatique déplace la bande d'absorption  $\pi^* \leftarrow n$  vers le rouge (de 20 à 40 nm) par suite de l'interaction avec l'orbitale antiliante du système insaturé, ce qui a pour résultat de diminuer l'énergie de l'orbitale  $\pi^*$  du carbonyle. L'effet est encore plus marqué ( $\sim 50\text{ nm}$ ) pour la bande  $\pi^* \leftarrow \pi$  qui apparaît, maintenant, dans le domaine couvert par les spectrophotomètres usuels. La transition  $\pi^* \leftarrow \pi$  possède alors un caractère de transfert de charge intramoléculaire (7). L'augmentation de la conjugaison, dans les cétones polyéniques conjuguées, diminue l'énergie de la transition  $\pi^* \leftarrow n$ , mais moins que celle de la transition  $\pi^* \leftarrow \pi$ ; ceci a pour résultat d'observer un recouvrement des bandes d'absorption correspondantes et d'avoir une énergie plus faible pour

la transition  $\pi,\pi^*$  que pour la transition  $n,\pi^*$ . Une relation linéaire est obtenue entre la position du maximum d'absorption d'une part et les coefficients  $\sigma^+$ ,  $\sigma_2^+$  et  $\sigma_2^+$  d'autre part; un calcul des densités électroniques montre une proportionnalité de la densité d'électron  $\pi$  sur l'oxygène avec le coefficient  $\sigma_2^+$  (8).

La substitution en  $\alpha$  du carbonyle par un halogène présente un effet particulier pour les cyclanones. L'effet est pratiquement nul lorsque l'halogène est équatorial alors qu'il est bathochrome (24 nm pour Br) et hyperchrome (facteur de 6 pour Br) lorsqu'il est axial (9).

Les cétones aromatiques conjuguées montrent quatre bandes d'absorption distinctes : 310-340 nm ( $\pi^* \leftarrow n$ ), 270-290 nm ( $\epsilon \sim 1\,500\text{ l.mole}^{-1}\text{cm}^{-1}$ ; attribuée à la bande  ${}^1B_{2u} \leftarrow {}^1A_{1g}$  du noyau benzénique), 240 nm [ $\epsilon \sim 15\,000\text{ l.mole}^{-1}\text{cm}^{-1}$ ; considérée comme la transition  ${}^1B_{1u} \leftarrow {}^1A_{1g}$  à caractère de transfert de charge (TC) intramoléculaire du carbonyle (7)] et 200 nm (intense; admise comme étant la bande perturbée LE du benzène). La substitution du noyau aromatique par un méthyle en *para* augmente l'intensité de la bande TC alors qu'un méthyle en *ortho* la diminue (par suite d'empêchement à la planéité des deux chromophores).

L'influence du solvant sur la position des bandes d'absorption résulte des différences de solvation des états électroniques. Par rapport à un solvant neutre (alcane), un solvant alcoolique déplace vers les longueurs d'onde plus courtes l'absorption due aux transitions  $\pi^* \leftarrow n$  et dans le sens opposé celle des transitions  $\pi^* \leftarrow \pi$ . Pour les cyclanones, l'atténuation de l'effet hypsochrome induit par les solvants polaires résulte du décalage des substituants par rapport à l'éclipse du carbonyle (10); pour les cétones aliphatiques cette atténuation a été interprétée comme une variation conformationnelle induite par l'encombrement au voisinage du carbonyle (11).

Avec les énones aliphatiques, l'encombrement du groupement saturé lié directement au carbonyle diminue régulièrement l'effet hypsochrome des solvants polaires (12) sur la transition  $\pi^* \leftarrow n$ . Une étude récente (13) sur des composés carbonylés  $\alpha,\beta$ -éthyléniques conjugués a permis de montrer que l'effet hypsochrome des solvants polaires est plus important pour les cétones de configuration *s-trans* que pour celles de configuration *s-cis*. Ce résultat a été interprété sur la base de l'éclipse du carbonyle. D'autres travaux concernant cet effet peuvent également être consultés (14). Signalons, enfin, qu'un effet hypsochrome particulièrement important ( $\sim 50\text{ nm}$ ), induit par  $\text{BF}_3$ , a été observé récemment (15) pour la transition  $n,\pi^*$ .

## II. Composés carbonylés saturés

### II.1. Émission de fluorescence et de phosphorescence

Les informations cinétiques obtenues à partir de l'émission des états singulet et triplet excités contribuent à l'élucidation des mécanismes photochimiques et à la compréhension de l'évolution de ces états excités. Les processus de relaxation électronique (croisement intersystème, conversion interne) et les réactions photochimiques des composés carbonylés sont beaucoup plus importants, à la température ambiante, que les processus radiatifs. L'intégration du spectre d'absorption de l'acétone

permet d'accéder au temps de vie radiatif  $\tau_r$  (16) de l'état singulet  $S^1$  :  $2,5 \times 10^{-6}$  s; sachant que le rendement quantique de fluorescence de l'acétone est  $\Phi_f = 9,3 \times 10^{-4}$  on déduit facilement le temps de vie réel : 2,3 ns. Valeur proche des 1,7 ns obtenues expérimentalement (17). Comme le rendement quantique de croisement intersystème  $\Phi_{ci}$  de l'acétone est voisin de l'unité, la constante de vitesse du passage intersystème  $S_1 - T_1$  est de l'ordre de  $6 \times 10^8$  s $^{-1}$ .

Les cétones saturées fluorescent toutes en solution, et leur spectre se présente, en général, sous la forme d'une bande non structurée s'étalant entre 330 et 590 nm avec un maximum qui se situe autour de 410 nm. Les rendements quantiques d'émission de fluorescence sont toujours relativement faibles ( $10^{-2}$  à  $10^{-4}$ ) par suite de la valeur élevée de  $\Phi_{ci}$  et des réactions photochimiques qui peuvent se produire à partir de l'état singulet.

L'invariance de la distribution spectrale de l'émission de fluorescence des composés carbonyles saturés suggère que l'excitation et la désactivation reste localisée sur le groupement carbonyle.

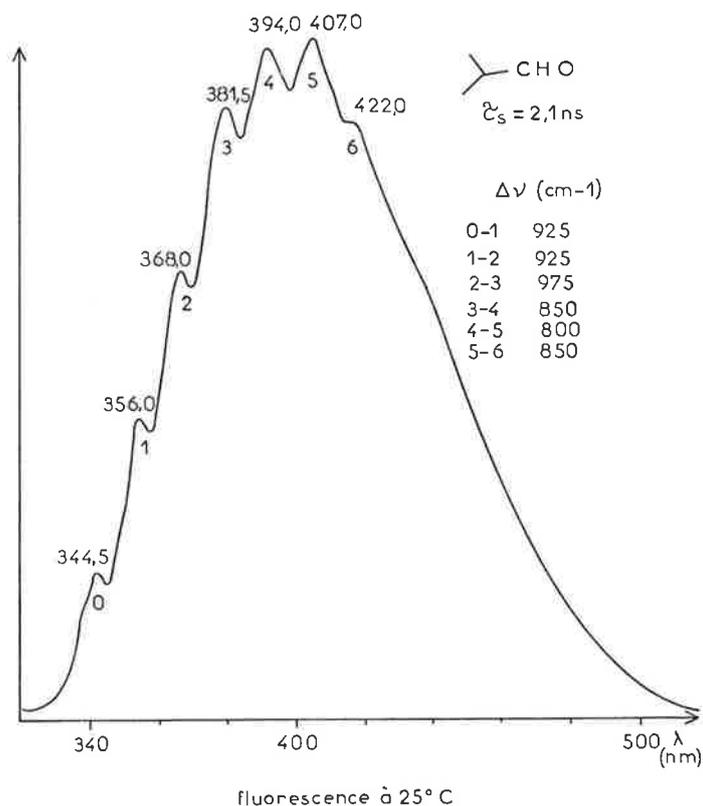


Schéma 2

La fluorescence des aldéhydes a été relativement peu étudiée; elle se présente (18) sous la forme d'une bande structurée (schéma 2) dans le cyclohexane avec un maximum d'absorption vers 405 nm; la bande 0 — 0 semble nette à 345 nm, ce qui situe l'énergie du plus bas état excité singulet vers 83 kc/M. Cette structure fine disparaît dans les solvants polaires (alcool, acétonitrile). Suivant la chaîne aliphatique, le temps de vie  $\tau_s$  varie entre 1 et 4 ns.

Les mesures de constantes de potentiels semblent indiquer (1b) que dans l'état excité  $n,\pi^*$ , la liaison C — O du formaldéhyde forme un angle de 27° avec le plan H — C — H. Un calcul basé sur les moments d'inertie donne la valeur approchée de 20° pour cet angle (19). La désactivation non-radiative de l'état  $S^1$  se ferait en partie par les vibrations de valence des liaisons C — H (20) situées en  $\alpha$  du carbonyle des

cétones; c'est ce qui explique que le rendement quantique d'émission de l'acétone soit plus faible ( $9 \cdot 10^{-4}$ ) que celui de la di-tert-butylcétone ( $\Phi_f = 4 \cdot 10^{-3}$ ) et de l'acétone hexadéutériée. Le temps de vie de l'état  $S^1$  de l'acétone est sensiblement le même en phase vapeur qu'en solution; en revanche,  $\Phi_f$  est supérieur : 0,0012 (17). L'hexafluoroacétone en phase vapeur a un temps de vie de 84 ns et  $\Phi_f = 0,018$  du fait de la diminution de la probabilité de la transition non radiative; en solution cette probabilité est considérablement augmentée.

La diminution du rendement quantique  $\Phi_f$  et du temps de vie  $\tau_s$  met en évidence l'accroissement de la réactivité photochimique; ainsi, pour la série de méthylcétone du tableau I, dont la réactivité photochimique sera principalement la capture d'un hydrogène en  $\gamma$  par le carbonyle excité, on peut relever que la constante de vitesse de la réaction  $k_{rs}$  croît parallèlement à la diminution de  $\Phi_f$  et  $\tau_s$  (21) :

Tableau I

	$\Phi_f$ (relatif)	$\tau_s$ (relatif)	$k_{rs}$
<chem>CC(=O)CC</chem>	1	1	—
<chem>CC(=O)CC(C)C</chem>	0,8	0,7	$1,5 \times 10^8$
<chem>CC(=O)CC(C)CC</chem>	0,4	0,3	$8,4 \times 10^8$
<chem>CC(=O)CC(C)(C)CC</chem>	0,2	0,14	$2,5 \times 10^9$
<chem>CC(=O)C(C)(C)C(C)C</chem>	1	—	—

La compétition des états singulet et triplet dans les réactions photochimiques des cyclanones à cinq et à six chaînons, substituées en  $\alpha$  du carbonyle par un groupement alcoyle, peut être mise en évidence (22) de la même manière. Dans tous les cas  $\Phi_f$  et  $\tau_s$  diminuent lorsque la participation de l'état singulet à la réaction augmente; ceci ne se reflète pas toujours dans les valeurs des rendements quantiques de formation des produits. Ainsi, bien qu'aucun produit n'ait été observé résulter de l'état singulet, les valeurs de  $\Phi_f$ ,  $\tau_s$  et  $\Phi_{ci}$  diminuent pour les cyclopentanones  $\alpha$ -substituées; ce résultat montre clairement l'intervention de processus non radiatifs à la désactivation des états singulets.

La différence de rendement quantique de fluorescence (excitation à 313 nm) en solution (22) ou en phase vapeur (31),  $\Phi_f$  est 2 à 20 fois supérieur en phase vapeur qu'en solution, met aussi en évidence la participation du solvant sur les processus de désactivation. Dans une étude sur la variation de  $\Phi_f$  avec la longueur d'onde d'excitation, il a été montré (31), que l'énergie nécessaire pour qu'il y ait compétition entre la prédissociation et le croisement intersystème est de 4 kc/M pour la cyclobutanone, environ 15 kc/M pour la cyclopentanone et plus de 25 kc/M pour la cyclohexanone.

L'excitation, en lumière polarisée, de cétones aliphatiques et cyclaniques a permis de montrer une déformation importante des états excités du carbonyle, comme dans le cas du formaldéhyde (5, 23).

Le fait de confiner le groupement carbonyle dans un système rigide, augmente  $\tau_s$  et  $\Phi_f$  (22); il est probable que ceci provient d'une diminution des processus

non radiatifs par désactivation vibrationnelle des liaisons C—H en  $\alpha$  du carbonyle (tableau II) :

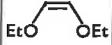
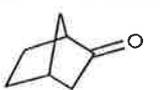
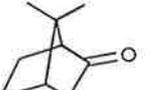
Tableau II

			Camphre	Adamantanone
$\tau_s \times 10^9 \text{ s}$ .....	1,9	8,7	4	8
$\Phi_f$ .....	0,0009	—	0,003	0,004

L'inclusion du carbonyle dans des systèmes rigides diminue également la constante de vitesse de croisement intersystème  $k_{ci}$ , peut-être par suite de modifications des facteurs de Franck-Condon, mettant en jeu la déformation, en dehors du plan, des liaisons C—C en  $\alpha$  du carbonyle.

Turro a montré (25), qu'à l'état singulet  $n, \pi^*$ , le système  $\pi$  est riche en électrons, alors que l'orbitale  $2p$  pure semi-vacante de l'oxygène est pauvre en électrons (tableau III); un choix judicieux de composés bicycliques pontés a permis, en effet, de vérifier que la désactivation de la fluorescence à l'aide des diènes (utilisés normalement pour désactiver les états triplets) nécessitait une approche équatoriale du carbonyle de ces cétones :

Tableau III

		$k_{12} \times 10^3 \text{ l. M}^{-1} \text{ s}^{-1}$ [a]		
				
		0,32	13	52
	approche bloquée des orbitales $\pi$	0,28	14	10
	approche bloquée de l'orbitale $2p$ de l'oxygène	< 0,07	1,3	17

[a]  $k_{12}$  constante de vitesse de désactivation par transfert d'énergie de singulet.

La désactivation des états singulets par les diènes nécessite, généralement, des concentrations élevées (> 1 M) de ces derniers. Il a été postulé qu'elle faisait intervenir un exciplexe, les diènes se comportant comme des nucléophiles; suivant la nature du diène, les constantes de vitesse de désactivation sont différentes et ne font pas intervenir l'énergie du plus bas niveau  $S^1$  (26). En fait, il se produit une cycloaddition à partir de l'état singulet de la cétone, cycloaddition qui forme des oxétannes (27).

L'émission de phosphorescence des composés carbonylés aliphatiques et cyclaniques a fait l'objet de peu d'études. L'acétone (77°K, E.P.A.) a un rendement quantique de phosphorescence de 0,043 (28). Dans un travail récent, il a été montré que l'enveloppe de la phosphorescence restait invariable pour un bon nombre de cétones aliphatiques (29); nous avons observé un résultat analogue pour les cyclanones (22).

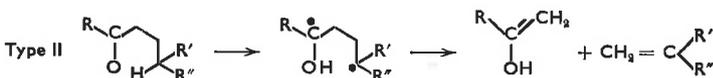
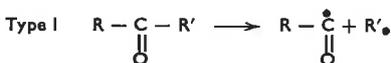
En général, il n'est pas observé de phosphorescence à 25 °C mais Turro a relevé un accroissement de l'émission de fluorescence de l'acétone dans une

solution désoxygénée d'acétonitrile, accroissement qu'il attribue à la désactivation radiative de l'état triplet. Les spectres d'émission sont presque toujours larges (350 à 580 nm) et non structurés avec un maximum vers 445 nm. Le rendement quantique  $\Phi_{ph}$  croît avec la substitution en  $\alpha$  du carbonyle et celui de la ditérbutylcétone est 21 fois plus élevé (0,89) que celui de l'acétone. De façon analogue  $\Phi_{ph}$  est 2,5 fois plus fort pour  $\text{CD}_3\text{C}=\text{O}$  que pour  $\text{CH}_3\text{C}=\text{O}$ .

Simultanément le temps de vie augmente de 0,6 ms (acétone) à 8,6 ms (ditérbutylcétone). Ces résultats impliquent une diminution des processus non radiatifs avec la substitution en  $\alpha$ . Il est tentant d'associer cette variation à l'énergie vibrationnelle des déformations des liaisons C—H ( $2\,900\text{--}3\,000\text{ cm}^{-1}$ ), C—D ( $2\,100\text{--}2\,300\text{ cm}^{-1}$ ) et C—C ( $650\text{--}1\,500\text{ cm}^{-1}$ ). Toutes les cyclanones que nous avons pu examiner (22) présentent, à 77°K, une phosphorescence de  $\tau_{ph} \sim 1$  ms. Pour les cétones bicycliques pontées, les spectres de phosphorescence sont analogues mais les temps de vie  $\tau_{ph}$  (77°K, E.P.A.) sont bien plus longs (50 à 800 ms). Certains, comme l'adamantanone, ont un spectre structuré qui permet d'attribuer la valeur de  $78\text{ kc}/\pi$  à l'énergie du plus bas niveau triplet. Dans un solvant non polaire (méthylcyclohexane)  $\tau_{ph}$  diminue (77°K ou 4°K) mais conserve encore une valeur élevée ( $\sim 20$  ms). Des  $\tau_{ph}$  élevés sont également observés pour les cyclopentyl-2 et cyclohexyl-2 cyclohexanones. Bien qu'il ne soit pas encore possible d'éliminer une interaction entre les états  $3(n, \pi^*)$  et  $3(\pi, \pi^*)$ , le fait que l'enveloppe de l'émission de ces composés soit identique à celle de l'acétone permet d'en douter, surtout que l'énergie de  $T_2$  de l'acétone est de l'ordre de 86 kc/M (30).

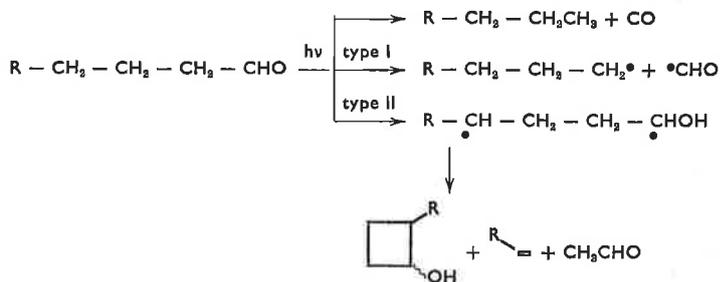
## II.2. Réactivité des composés carbonylés aliphatiques

Deux processus photochimiques principaux caractérisent les composés carbonylés aliphatiques (32) :



Le comportement de ces produits varie d'ailleurs suivant qu'ils sont irradiés en phase vapeur ou en solution. En solution, les molécules sont davantage susceptibles d'interagir avec des molécules voisines qu'en phase gazeuse, de sorte que la relaxation vibrationnelle devient suffisamment rapide pour que les processus réactionnels se produisent à partir du niveau vibrationnellement relaxé.

Les aldéhydes aliphatiques réagissent à la fois par leur état singulet et leur état triplet (33) et trois processus primaires ont été avancés :

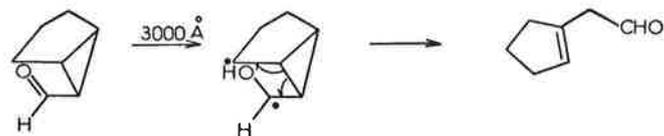


La réaction du type I et la décarbonylation sont surtout observées en phase gazeuse et proviennent des états

singulet et triplet. La réaction du type II, en revanche, n'a pas une origine bien définie dans cette phase, alors qu'en solution (34) elle est issue des deux états excités  $S^1$  et  $T^1$  (34). En solution, le rapport cyclobutanol/ $\beta$ -élimination = K varie avec la nature (primaire, secondaire ou tertiaire) de l'hydrogène capturé :

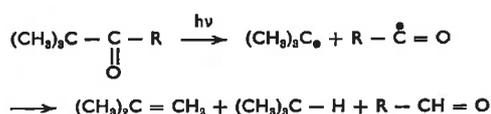
	K	$k_{I/T^1}$
Butanal .....	0,39	35
Pentanal .....	0,25	6
Isohexanal .....	0,10	1,4

La stéréochimie de la molécule peut intervenir, en particulier pour les structures rigides. Ainsi, l'isomère formyl-2 *exo* bicyclo[3.1.0] donne un mélange complexe de produits issus de la réaction de type I, alors que l'isomère formyl-2 *endo* donne la réaction de type II (35) :



Les réactions photochimiques des cétones aliphatiques se produisent avec une énergie d'activation faible (36). La coupure du type I de Norrish n'est pas une évolution caractéristique des cétones aliphatiques sauf dans le cas des tertiarylcétones (37). La coupure du type I de Norrish menant aux radicaux acyle et alcoyle, suivie d'une décarbonylation est très courante en phase gazeuse, beaucoup moins en solution. En phase gazeuse et sous pression faible, les espèces radicalaires ont des temps de vie relativement longs; comme la coupure en  $\alpha$  résulte de molécules dans des niveaux vibroniques des états excités  $S^1$  et  $T^1$ , la décarbonylation se produit avant la relaxation au plus bas niveau vibrationnel.

En solution, les tertiarylcétones donnent



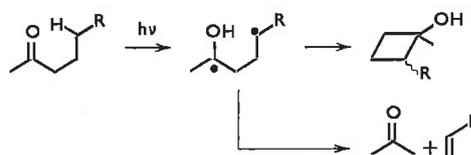
ainsi que la réaction du type II de Norrish lorsque R possède des hydrogènes en  $\gamma$  du carbonyle. La désactivation de la réaction, à l'aide du pipérylène, montre que les deux états, singulet et triplet, sont impliqués dans les deux réactions :

	A partir du singulet		A partir du triplet	
	$\phi$ type I	$\phi$ type II	$\phi$ type I	$\phi$ type II
tBuCOCH <sub>3</sub> .....	0,18	—	0,33	—
tBuCOPr .....	0,22	0,02	0,35	0,01
tBuCOBu .....	0,07	0,07	0,17	0,01

Cette différence de réactivité entre les tertiarylcétones et les autres cétones aliphatiques peut s'expliquer sur la base de la stabilité du radical tertiaryl formé. Il est certain que la relaxation des niveaux vibrationnels des états excités, par collision avec les molécules du solvant, contribue en partie à la différence observée entre les réactions en phase vapeur et en solution. Il se peut que cette réaction (type I) soit générale, même en solution, mais que la recombinaison des radicaux dans la cage de solvant soit très efficace; ceci expliquerait les

valeurs comparables de leurs temps de vie de singulet à celles des cyclanones (*vide infra*) qui donnent cette réaction.

Une autre réaction peut entrer en compétition avec les précédentes : la capture d'un hydrogène d'une autre molécule. Cette réaction est présumée se produire par attaque électrophile de l'orbitale semi-vacante non liante de l'oxygène du carbonyle à l'état  $n, \pi^*$ ; aussi, la facilité de cette capture devrait augmenter par élévation de la densité électronique au niveau de l'hydrogène capturé, par affaiblissement de la force de la liaison C—H de RR'R"CH, et par accroissement de la stabilité du radical RR'R"C $\cdot$ . Un cas particulier de ce processus primaire est la réaction (intramoléculaire) du type II de Norrish. Cette dernière a fait l'objet de nombreux travaux et de deux articles généraux récents (38). Le transfert intramoléculaire d'hydrogène conduit à des produits de coupure et à des produits de cyclisation.



On sait, maintenant, que les deux états  $^1(n, \pi^*)$  et  $^3(n, \pi^*)$  interviennent dans ces réactions et que le pourcentage de la réaction par singulet dépend de l'énergie de la liaison C—H de l'hydrogène transféré à l'oxygène (39) : la pentanone-2 (énergie de la liaison de l'hydrogène capturé : D = 98 kc/mole) réagit presque exclusivement à partir de l'état triplet;

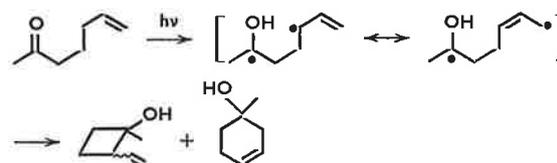
l'hexanone-2 (D = 94,5 kc/mole) réagit par ses deux états  $S^1$  et  $T^1$ ;

la méthyl-5 hexanone-2 (D = 91 kc/mole) réagit uniquement à partir de son état singulet.

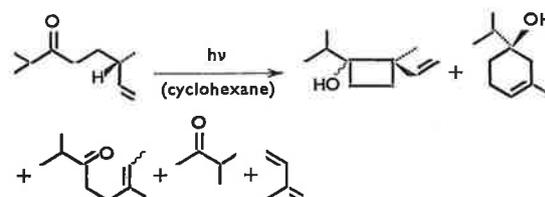
Les cyclobutanols, en revanche, proviennent en majeure partie de l'état triplet.

Il est admis, également, que les réactions de cyclisations et de  $\beta$ -élimination passent par un biradical-1,4 et que la faible valeur des rendements quantiques résulte de la réversibilité de la réaction de capture d'hydrogène.

La détection du biradical a été réalisée de différentes manières; d'une part en délocalisant l'un des radicaux par une double liaison adjacente (40) :



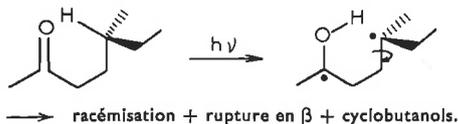
d'autre part, à l'aide d'un énantiomère dont le centre chiral porte l'hydrogène capturé :



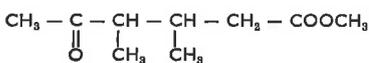
Les cyclobutanols formés possèdent encore une certaine chiralité; de plus, la cétone de départ se racémise partiellement. Un mécanisme concerté a été avancé (41) pour la formation des produits de cyclisation.

Les résultats connus suggèrent que la réaction par triplet a lieu en passant par un biradical de durée de vie relativement longue; ainsi, la racémisation au niveau du carbone en  $\gamma$  de la méthyl-5 heptanone-2 chirale se

produit à partir de l'état triplet; ce dernier doit donc avoir un temps de vie suffisamment long pour permettre la rotation autour de la liaison avant le retour de l'hydrogène capturé et donner l'énantiomère de la cétone de départ (42). En revanche, l'état singulet ne donne pas un biradical de durée de vie suffisamment longue pour permettre la racémisation.



Ceci indiquerait que la vitesse des mouvements moléculaires internes de l'espèce biradicalaire, en l'occurrence la rotation autour de la liaison, soit lente par rapport au retour de l'hydrogène capturé, pour expliquer l'absence de racémisation à partir de  $S_1$ . Ceci est confirmé par la photoréactivité des isomères *érythro* et *thréo* de



qui réagissent de façon stéréospécifique à partir de leur état singulet en ne donnant chacun qu'un isomère E, ou Z, de l'ester éthylénique  $\text{CH}_3\text{CH} = \text{CH} - \text{COOMe}$ ; en revanche l'état triplet mène au mélange des deux isomères mais dans des proportions différentes (43).

Le rendement quantique de la réaction du type II de Norrish augmente en passant d'un solvant non polaire à un solvant polaire (44). Cet effet résulte, probablement, d'une stabilisation par liaison hydrogène du radical cétyle.

Le rendement quantique de croisement intersystème,  $\Phi_{ci}$ , diminue (de 0,63 pour la pentanone-2 à 0,13 pour la méthyl-5 hexanone-2) à mesure que la capture intramoléculaire d'hydrogène est plus aisée; ce qui correspond à une augmentation de la réactivité de l'état singulet. Comme la somme des rendements quantiques mesurables de la désactivation de l'état singulet est loin d'atteindre l'unité, il peut être déduit que la réversibilité de la capture de l'hydrogène en  $\gamma$  contribue fortement au processus de désactivation non radiative.

Pour la réaction du type II, une différence nette existe entre la réactivité de l'état singulet et celle de l'état triplet :

le rapport cyclobutanol/ $\beta$ -élimination est plus petit pour le singulet que pour le triplet;

le rapport des rendements quantiques de désactivation non radiative/formation des produits est de 11 pour l'état  $S^1$  et de 1 pour l'état  $T^1$ ;

aucun effet de solvant n'est observé pour la réactivité de l'état singulet;

le tributylétain photoréduit presque la totalité des états triplets mais aucunement les états singulets  $^1(n, \pi^*)$ .

Il existe encore un léger doute sur la nature biradicalaire de l'intermédiaire intervenant dans la réaction du type II de Norrish à partir de l'état singulet; une désactivation non radiative par transfert d'énergie sous forme vibrationnelle aux liaisons C—H ne peut être exclue entièrement (45).

Un calcul basé sur la symétrie des états fondamentaux et excités de la réaction du type II de Norrish du biradical intermédiaire montre, par simple comptage des électrons  $\sigma$  et  $\pi$ , que l'état excité  $n, \pi^*$  est en corrélation directe avec le biradical à l'état fondamental (schéma 3); l'état fondamental de la cétone est, en revanche, en corrélation avec l'état excité du biradical (46);

le croisement est permis puisque la symétrie des états est différente.

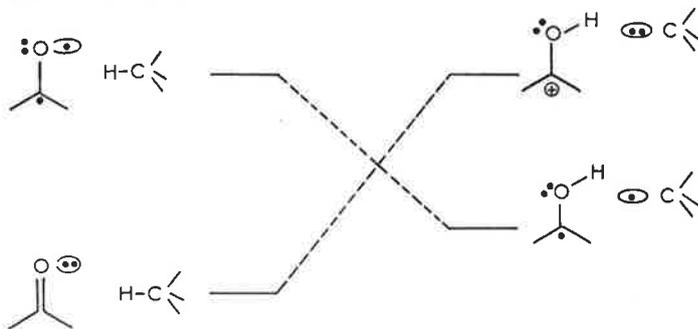
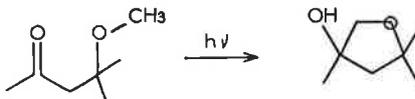


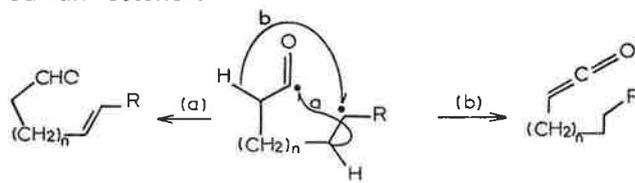
Schéma 3

La réaction du type I, étudiée pour les cétones  $\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CH}_2 - (\text{CH}_2)_n - \text{CH}_3$  avec  $n = 2, 4, 5, 7$  et 15, montre un effet de température marqué qui correspond à une énergie d'activation apparente d'environ 8,5 kc/mole (47); en revanche, aucun effet n'est observé pour la réaction du type II. La participation d'un biradical a pu être mise en évidence par polarisation nucléaire dynamique induite chimiquement (48) appliquée à la di-isopropylcétone. La formation de cyclobutanols apparaît comme une réaction prépondérante dans certains cas (49) où la structure est relativement rigide. Nous avons observé (22) que l'acétonylcyclohexane donne une quantité négligeable de produit d'élimination comparé aux cyclobutanols qui résultent des états  $^1(n, \pi^*)$  et  $^3(n, \pi^*)$ . Nous noterons, enfin, qu'un transfert d'hydrogène à 7 chaînons se produit pour la méthoxy-2 méthyl-2 pentanone-4 (50) :



### II.3. Réactivité des cyclanones

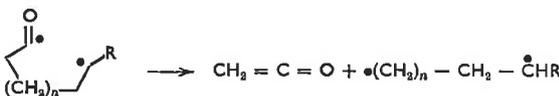
La réaction du type I de Norrish constitue le processus photochimique le plus important des cyclanones. La nature biradicalaire de l'état intermédiaire semble maintenant admise et ce, d'autant plus que le biradical a été caractérisé par polarisation nucléaire dynamique induite chimiquement (48b). Le biradical peut évoluer suivant plusieurs voies :



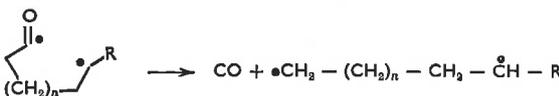
donner un carbène :



subir une rupture en  $\beta$  du carbonyle.



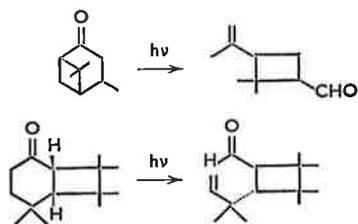
perdre de l'oxyde de carbone :



redonner la cyclanone de départ.

En outre, la cyclanone peut subir une photoréduction en cyclanol correspondant ou encore, lorsque le substituant en  $\alpha$  du carbonyle présente des hydrogènes en  $\gamma$  de ce dernier, donner lieu aux réactions de type II de Norrish (élimination et formation de cyclobutanols). Compte tenu du nombre important des travaux effectués dans cette série (51, 22, 28a) quelques généralisations peuvent être avancées sur les processus primaires décrits plus haut; la formation d'un carbène est observée pour les cyclobutanones et quelques cyclopentanones particulières; la rupture en  $\beta$  du carbonyle et la décarbonylation sont caractéristiques de la photolyse en phase vapeur; en revanche, l'accès à un aldéhyde ou un cétène est très fréquente; la photoréduction est typique des cyclanones qui ne sont pas substituées en  $\alpha$  et  $\alpha'$  du carbonyle; la réaction du type II s'observe pour les cyclohexanones et cycloheptanones substituées en  $\alpha$ ; à partir des cycles à 8 chaînons cette réaction peut se produire intramoléculairement sans faire intervenir un substituant sur le cycle.

La coupure  $\alpha$  se fait presque toujours de manière à former le radical le plus stable; par suite, elle se produit au niveau du carbone le plus substitué. Quelques exceptions ont été observées à cette règle, en particulier pour les cyclanones  $\alpha$ -spiro cyclopropaniques et dans quelques autres cas (52) :



La constante de vitesse de la réaction de type I, originaire de l'état triplet, augmente avec la substitution sur les carbones en  $\alpha$  et  $\alpha'$  du carbonyle. La réactivité de l'état triplet s'accroît également par la réduction de la taille de la cyclanone.

Voyons un peu plus en détail chacune des possibilités d'évolution de la molécule et marquons en les limites connues jusqu'ici.

### Réaction du type I

C'est une réaction qui trouve son origine dans l'état  $^3(n,\pi^*)$ . La compétition entre les deux transferts possibles d'hydrogène (formation d'aldéhyde ou de cétène) est surtout opérante pour les cycles à six chaînons ( $\Phi_{ald}/\Phi_{cétène} \sim 2$ ) et moins pour les cycles à cinq chaînons ( $\Phi_{ald}/\Phi_{cétène} > 30$ ). Aucun aldéhyde n'est obtenu dans le cas des cyclobutanones.

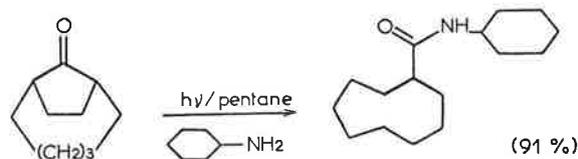
Dans les séries qui donnent des aldéhydes insaturés, le rendement quantique de formation de ces aldéhydes croît avec la substitution ce qui traduit une augmentation de la réactivité de l'état triplet et, donc, une diminution de son temps de vie qui peut devenir, à la température ambiante, plus court que celui de l'état singulet. En général, les rationalisations sont plus aisées à faire en série à cinq chaînons qu'en série à six chaînons. Ainsi, le temps de vie de l'état triplet de la cyclopentanone est de l'ordre de 9 ns pour la cyclopentanone alors qu'il est inférieur à 0,2 ns pour la tétraméthyl-2,2,5,5 cyclopentanone; les rendements quantiques de formation d'aldéhyde sont, alors, pour ces deux composés de 0,24 et 0,61 respectivement. En série cyclohexanique, on observe (53) d'abord que les rendements quantiques de formation des aldéhydes sont plus faibles que pour la série précédente ( $\Phi_{ald} \sim 0,06$  pour la 4,4-diméthylcyclohexanone; 0,09 pour la

cyclohexanone; 0,26 pour la tétraméthyl-2,2,4,4-cyclohexanone; les temps de vie de triplet correspondants sont respectivement de 84, 90 et 0,3 ns).

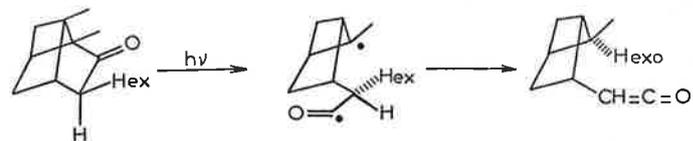
La difficulté de définir exactement les conditions d'évolution de la réactivité des cyclohexanones apparaît avec la cyclohexyl-2 et la cyclopentyl-2 cyclohexanone pour lesquelles  $\Phi_{ald} \sim 0,02$  et  $\tau_T \sim 0,4$  ns; l'une des causes pourrait être la diminution de  $\Phi_{et}$  (qui n'est que 0,2 et 0,4 environ, alors que pour la cyclohexanone il est voisin de l'unité) mais elle n'est pas une explication suffisante.

La formation de cétène n'a pas fait l'objet d'études aussi poussées que celle des aldéhydes; en général, les produits observés ont été les acides (piégeage par l'eau), les esters et les amides correspondants. En l'absence d'agents susceptibles de réagir avec eux, les cétènes se détruisent par d'autres processus; comme les cétènes se produisent surtout pour les cyclohexanones et que c'est cette série qui présente surtout des divergences d'un produit à un autre, on peut se demander si les cétènes ne constituent pas l'élément perturbateur non caractérisable en milieu non protoné; en effet, des mesures I.R. dans un solvant neutre montrent la bande caractéristique des cétènes lors de l'irradiation de la cyclohexanone (54).

La température influe sur la formation des produits en milieu MeOH: le rapport aldéhyde/ester diminue lorsque la température s'élève (55). Des changements structuraux des molécules, des géométries différentes et des distances interatomiques dans l'espace peuvent aussi induire des modifications importantes dans l'évolution des produits; ainsi (56) :

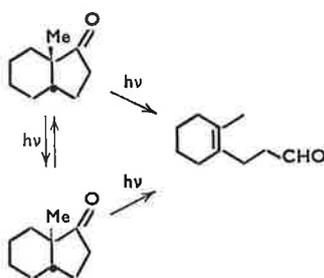


et seul l'hydrogène *exo* du carvone-camphre est transféré lors de la formation du cétène (57) :



Il existe donc probablement des facteurs statistiques qui font intervenir le nombre d'hydrogènes disponibles pour la formation soit du cétène soit de l'aldéhyde. Ces facteurs ne sont pas encore bien élucidés.

Quelques exemples sont connus où la formation d'aldéhyde résulte aussi bien de l'état singulet que de l'état triplet; c'est le cas de la tétraméthyl-2,2,6,6 cyclohexanone (58) et de la perhydrindanone suivante (59) :



l'isomère de jonction *cis* mène à l'aldéhyde avec des rendements quantiques de 0,19 à partir du singulet et 0,12 à partir du triplet; pour l'isomère de jonction *trans* ces valeurs sont respectivement de 0,22 et 0,05.

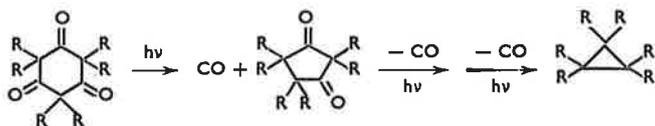
On relève, ici, qu'il y a également équilibration photochimique entre les deux types de jonction; ceci a été attribué à la réversibilité de la formation du biradical ( $\Phi_{cis \rightarrow trans} = 0,02$ ;  $\Phi_{trans \rightarrow cis} = 0,37$  à partir du singulet et  $\Phi_{trans \rightarrow cis} = 0,09$  à partir du triplet) tant pour l'état triplet que pour l'état singulet. La valeur élevée des rendements quantiques obtenus pour l'état singulet a une répercussion sur  $\Phi_{ci}$  qui n'est égal qu'à 0,13 pour ces deux composés.

D'autres exemples d'isomérisation sont connus impliquant le biradical intermédiaire de la réaction du type I de Norrish : pour la propyl-2 tertbutyl-4 cyclohexanone (60) et la diméthyl-2,3 cyclohexanone (61).

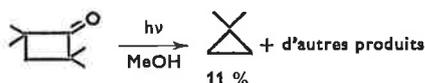
Les aldéhydes insaturés formés sont, eux-mêmes, susceptibles de réagir sous l'influence du rayonnement ultraviolet (*vide infra*) et, par suite, l'utilisation de cette méthode sur le plan préparatif peut impliquer certaines restrictions.

### Décarbonylation

Cette réaction peut être considérée comme l'une des évolutions du biradical issu de la réaction du type I. Si elle est générale en phase gazeuse (la paire des radicaux formés doit être dans un état vibrationnel élevé et donc la décarbonylation sera favorisée par élévation de température et irradiation à courtes longueurs d'onde : 250-270 nm) (62), en solution elle est limitée à quelques cas d'espèces dont les cyclobutanones (63); citons (63a et 63c) :

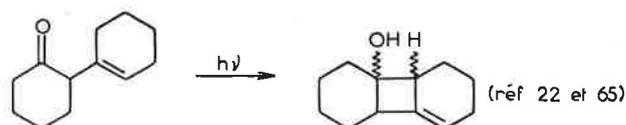
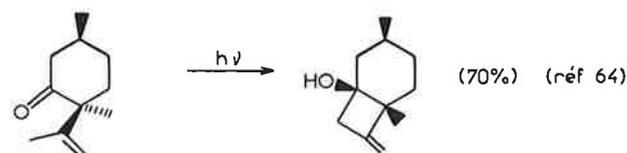


et pour une cyclobutanone (pour laquelle l'état excité mis en jeu pourrait être le singulet) (63d) :

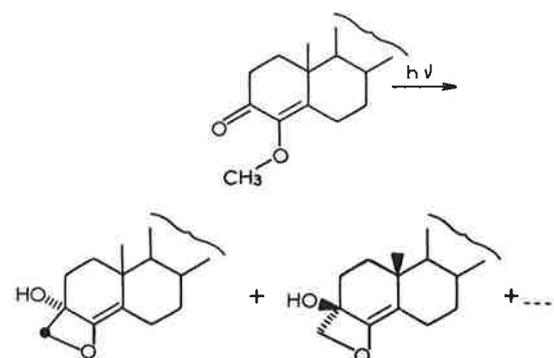


### Réaction du type II

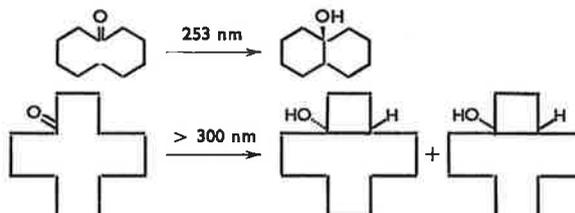
Cette réaction intervient peu pour les cyclopentanones (voir plus loin, cependant, pour certains exemples connus dans le cas des cyclopenténones); elle peut être très importante, en revanche, avec les cyclohexanones  $\alpha$ -substituées. Elle constitue, alors, une voie compétitive de la réaction de type I. Comme elle trouve son origine dans l'état singulet elle aura une incidence sur différentes constantes caractéristiques de cet état. Ainsi, comparés à leurs correspondants pour la cyclohexanone, la propyl-2 cyclohexanone (51) a un temps de vie  $\tau_s$  inférieur (0,7 ns), des rendements quantiques de fluorescence et de croisement intersystème plus faibles (22). La diminution de ce dernier entraîne, obligatoirement, l'atténuation de la réaction du type I de Norrish puisque celui-ci résulte de l'état triplet. Dans certains cas (22), le rendement quantique de formation des produits issus du type I devient même de l'ordre de  $2 \times 10^{-3}$  (cyclohexyl-2 cyclohexanone) et les seuls produits caractérisés sont des cyclobutanols. Ceci est particulièrement vrai lorsque l'hydrogène capturé dans le type II est en position allylique :



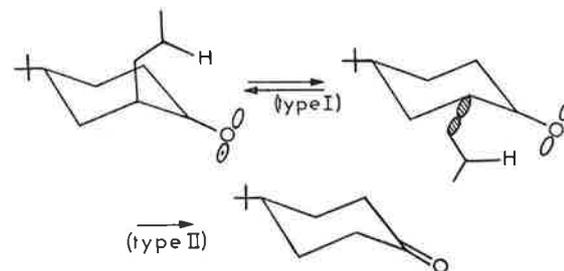
ou en  $\alpha$  d'un oxygène d'éther (66) :



Les cyclobutanols formés par irradiation de la cyclohexyl-2 cyclohexanone trouvent leur origine aussi bien dans l'état triplet que dans l'état singulet (22). La double origine semble se présenter également lorsque la capture d'hydrogène se fait sur le cycle lui-même (67) :

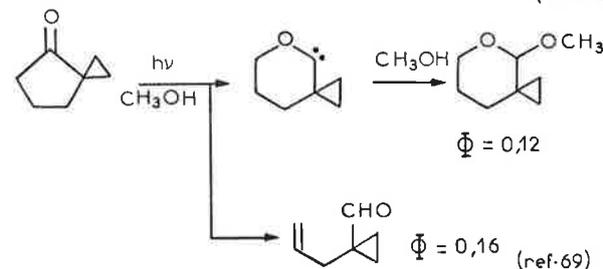
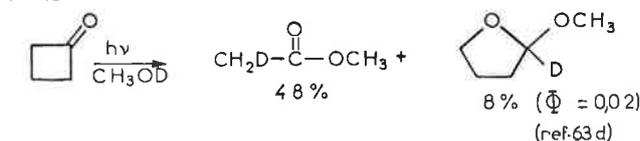


L'orientation du substituant en  $\alpha$  du carbonyle peut intervenir soit par suite d'interactions des orbitales soit par la distance qui rend impossible la capture de l'hydrogène, ou, plus probablement, par les deux effets; ainsi, la propyl-2(t) tertbutyl-4 cyclohexanone ne subit aucune autre réaction photochimique que l'isomérisation *cis-trans* du groupement propyl par ouverture-refermeture du cycle à six chaînons (type I); en revanche, l'isomère *cis* donne bien la réaction du type II de Norrish (68) :

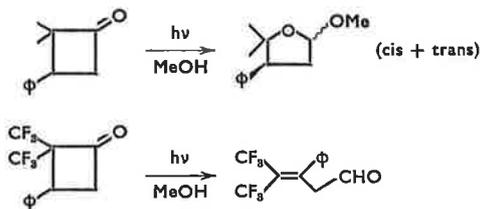


### Formation d'un carbène

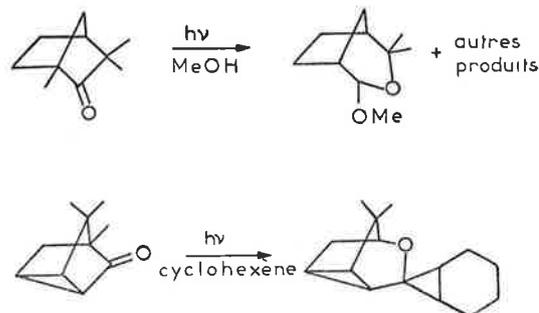
Ce processus typique des cyclobutanones s'observe également dans le cas de certaines cyclopentanones. Ainsi :



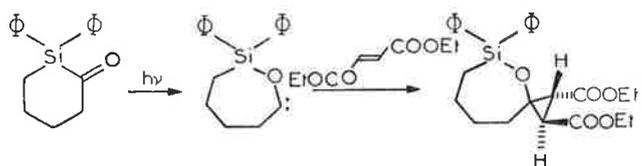
La diméthyl-2,2 cyclopentanone, pour sa part, ne donne que l'aldéhyde attendu ( $\Phi = 0,30$ ); la formation des deux produits, dans le présent cas, refléterait un biradical intermédiaire suffisamment déformé pour que les deux processus soient également favorisés. Il est à noter que l'ouverture de type I se fait au niveau de la liaison la moins substituée; ce résultat peut être expliqué par la conjugaison existant entre le cyclopropane et le carbonyle, ou encore par la formation d'un radical acyle stabilisé, la densité d'électrons étant plus importante, alors, sur l'oxygène. Ce type de réarrangement peut être perturbé par l'électronégativité des substituants en  $\alpha$  du carbonyle; ainsi, la diméthyl-2,2 phényl-3 cyclobutanone donne bien les produits issus du carbène intermédiaire, tandis que la ditrifluorométhyl-2,2 phényl-3 cyclobutanone donne maintenant la réaction du type I de Norrish (69) :



Des cétones bicycliques pontées montrent (70) également la formation intermédiaire de carbènes lors de leur irradiation; ces composés peuvent être assimilés à des cyclopentanones; ainsi :



Un exemple est également connu en série cyclohexanique (71) :



(le carbène n'a pu être piégé par d'autres oléfines sans doute par suite de la diminution de son caractère électrophile induite par le silicium).

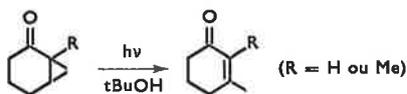
### Photoréduction

La photoréduction des cyclanones par capture de l'hydrogène d'une autre molécule nécessite des temps de vie de triplet suffisamment longs (c'est-à-dire des constantes de vitesses faibles pour les réactions vues plus haut : types I et II, décarbonylation...) pour être effective; elle se produira, donc, surtout avec les cyclanones qui ne sont pas substituées en  $\alpha$  du carbonyle (72), ce qui confirme bien la faible valeur de la constante de vitesse de photoréduction ( $1,8 \cdot 10^6 \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$  pour la cyclohexanone et  $1,1 \cdot 10^7 \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$  pour la cyclopentanone) (73) comparée à celle de la réaction du type I de Norrish lorsque le carbonyle est substitué en  $\alpha$  ( $\sim 10^8 \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$ ). Ainsi,

la cyclohexanone et différents dérivés substitués en 3, 4 et 5 subissent effectivement la photoréduction dans l'isopropanol; ce n'est pas le cas de la méthyl-2 cyclohexanone ni celui du camphre.

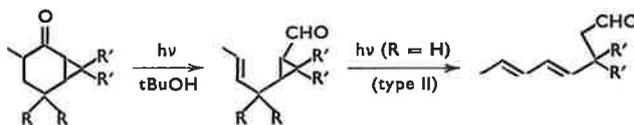
### $\alpha$ -Cyclopropylcyclanones (51)

Cette série constitue un ensemble particulier dont certains exemples ont déjà été abordés. L'ouverture du cycle à trois chaînons peut être observée lorsque le système constitue un système bicyclique non spirannique (74) :



et à condition que la position en  $\alpha'$  du carbonyle ne soit pas substituée.

En revanche, la substitution en cette position par un méthyle donne préférentiellement la formation d'aldéhyde par réaction du type I de Norrish :



### III. Composés carbonylés aromatiques

#### III.1. Émission de fluorescence et de phosphorescence

Peu de cétones ou d'aldéhydes aromatiques fluorescent à la température ambiante. La fluorénone présente une émission de fluorescence (maximum à 503 nm) mais le rendement quantique  $\Phi_f$  est fortement influencé par la nature du solvant (75) :  $\Phi_f = 0,043$  (dans la DMF);  $0,029$  (dans l'acétonitrile);  $0,013$  (dans le benzène) et  $0,0005$  (dans le cyclohexane). La variation provient de la modification de la constante  $k_{ci}$  (16) qui est plus élevée, d'après El Sayed (76), pour un passage  $^1(n,\pi^*) \rightarrow ^3(\pi,\pi^*)$  que pour les passages  $^1(\pi,\pi^*) \rightarrow ^3(\pi,\pi^*)$  ou  $^1(n,\pi^*) \rightarrow ^3(n,\pi^*)$ . Un caractère partiel  $^3(\pi,\pi^*)$  des cétones aromatiques, résultant du mélange des états d'énergies voisines  $^3(n,\pi^*)$  et  $^3(\pi,\pi^*)$ , permet d'expliquer pourquoi les phénylcétones ont des constantes de vitesse de croisement intersystème plus élevées que les cétones aliphatiques (77); le rendement quantique de formation des triplets est, par suite, proche sinon égal à l'unité. Une seconde explication (76) de cette efficacité de  $\Phi_{ci}$  serait que l'état  $^3(\pi,\pi^*)$  est compris, du point de vue énergétique, entre les états  $^1(n,\pi^*)$  et  $^3(n,\pi^*)$ . Le fait que le croisement intersystème ait une efficacité égale à l'unité permet donc de prévoir que le singulet ne sera pas réactif et, en particulier n'émettra pas une fluorescence; c'est pourquoi, les résultats obtenus dans l'acide phosphorique à 85 % sont-ils anormaux et ont-ils été attribués à un état  $^1(\pi,\pi^*)$  protoné (78) : acétophénone (max à 450 nm;  $\Phi_f = 0,084$ ), benzaldéhyde (max à 470 nm;  $\Phi_f = 0,020$ ), propiophénone (max à 452 nm;  $\Phi_f = 0,085$ ), butyrophénone (max à 453 nm;  $\Phi_f = 0,11$ ) et benzophénone (max à 495 nm;  $\Phi_f = 0,006$ ). La benzophénone, dont le singulet possède un caractère  $n,\pi^*$  dans un solvant peu polaire, acquiert un caractère partiel  $\pi,\pi^*$  dans un solvant très polaire et atteint un état protoné  $\pi,\pi^*$  dans un solvant fortement acide. Les aminobenzophénone montrent (EPA, 77°K) une fluorescence ( $\lambda_{max}$  450 nm;  $\Phi_f = 0,6$ ) et une

phosphorescence (max à 470 nm;  $\Phi_{ph} = 0,4$ ) lorsque le groupement  $-NH_2$  est en *ortho* du carbonyle; seule est détectée une fluorescence (max à 470 nm) lorsque ce groupement est en *para* du carbonyle (79); l'absence de phosphorescence, dans ce dernier cas, pourrait être attribuée à une sorte de zwitterion de l'état excité triplet.

La phosphorescence des composés carbonyles aromatiques est connue depuis longtemps à 77°K. Les molécules à l'état triplet  $n,\pi^*$  réagissent facilement, et souvent de façon irréversible, avec le solvant à la température ambiante; leur temps de vie est alors très court ( $10^{-7}$  à  $10^{-9}$  s). Les niveaux triplets  $^3(n,\pi^*)$  et  $^3(\pi,\pi^*)$  des composés aromatiques carbonyles sont suffisamment proches en énergies pour que différents facteurs puissent influencer sur la configuration de celui qui a la plus faible énergie (lorsqu'il est à prédominance  $n,\pi^*$  son temps de vie de phosphorescence  $\tau_{ph}$  est inférieur à 10 ms, à 77°K; dans les mêmes conditions un plus bas niveau triplet à caractère dominant  $\pi,\pi^*$  a  $\tau_{ph} > 50$  ms). En général l'état  $n,\pi^*$  émet une phosphorescence intense (80) et possède un temps de vie court :

Tableau IV

	$\Phi_f$	$\Phi_{el}$	$\tau_{ph} \times 10^3$ s	$\bar{\nu}_{O-O}$ (cm <sup>-1</sup> )
Benzaldéhyde .....	0	1	6,6	25 130
Acétophénone .....	0	1	8	26 000
Benzophénone .....	0	1	5,4	24 650

Deux phosphorescences distinctes ont été mises en évidence pour de nombreux composés carbonyles aromatiques (81) suivant la viscosité et la nature du solvant; dans les solvants non polaires, la configuration du plus bas triplet est presque toujours à caractère  $n,\pi^*$  tandis qu'elle peut devenir de nature  $\pi,\pi^*$  dans les solvants polaires. On obtient, ainsi  $\tau_{ph} = 3$  et 24 ms pour le benzaldéhyde et  $\tau_{ph} = 10$  et 40 ms pour la propiophénone.

La polarisation de l'émission de phosphorescence est dans le plan de la molécule pour une transition  $\pi^* \rightarrow n$ , en dehors du plan pour une transition  $\pi^* \rightarrow \pi$ . Les transitions entre singulets et triplets des composés carbonyles aromatiques étant favorisées par la présence d'oxygène pour les configurations  $^3(\pi,\pi^*)$  mais pas dans le cas de configurations  $^3(n,\pi^*)$ , on dispose d'une méthode simple pour caractériser l'état triplet qui émet (82).

Différentes hypothèses ont été avancées (81a) pour expliquer cette dualité de l'émission :

- formation de deux conformations cages différentes soluté-solvant (benzaldéhyde en milieu polaire);
- existence de deux conformations privilégiées de l'état  $^3(n,\pi^*)$  suivant le solvant (cas de la propiophénone). Dans le méthyl-3 pentane: 10 ms (orientation libre) et 40 ms (orientation contrainte); en matrice linéaire l'émission de long temps de vie n'apparaît plus; dans l'éthanol, l'émission anormale ( $\tau_{ph} = 85$  ms à 77°K) disparaît à mesure que la température augmente, ce qui serait un argument en faveur d'une conformation « gelée »;
- émission simultanée de deux triplets dégénérés pour lesquels la transition non radiative serait sévèrement interdite;
- formation de photoproduits phosphorescents (81c).

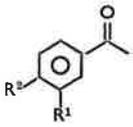
Il peut être relevé que la phénylisopropylcétone et la phénylterbutylcétone ne présentent qu'une seule émission de phosphorescence de courte durée de vie;

ceci a été interprété comme résultant d'une seule conformation privilégiée.

A 4°K, dans le méthylcyclohexane (MCH), le benzaldéhyde possède deux émissions de phosphorescence ( $\tau_{ph} = 24$  ms pour l'une et 54 ms pour l'autre) qui pourraient correspondre à deux configurations distinctes de l'état excité (83).

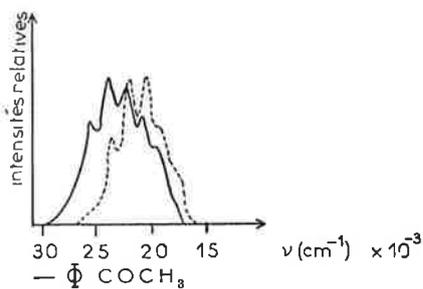
Les molécules dont le plus bas niveau triplet est de nature  $\pi,\pi^*$  (facilement déterminable par mesure de polarisation de l'absorption directe  $S_0 \rightarrow T_1$ ) montrent, à 77°K, une fluorescence en même temps que la phosphorescence (84). Ces composés (tableau V) ont alors un long temps de vie d'état triplet :

Tableau V (77°K)

	Dans l'EPA		Dans le MCH	
	$\tau_{ph}(s)$	$\Phi_{ph}$	$\tau_{ph}(s)$	$\Phi_{ph}$
$R^1 = NH_2, R^2 = H$ .....	0,6	0,1	0,65	0,2
$R^1 = H, R^2 = NH_2$ .....	1	0,06	0,65	0,2
$R^1 = H, R^2 = OMe$ .....	0,3	0,1	0,25	0,03
$R^1 = H, R^2 = OH$ .....	0,45	0,1	0,30	0,4
$R^1 = H, R^2 = C_6H_5$ .....	0,25	0,02	0,25	0,005

La cétone de Mischler a deux émissions de phosphorescence qui proviennent de deux niveaux triplets différents, peuplés à partir de deux niveaux singulets distincts; en effet (85), le rapport  $\Phi_f/\Phi_{ph}$  varie avec la longueur d'onde d'excitation tout comme le rapport des temps de vie de phosphorescence.

La phosphorescence de la benzophénone a été décelée en solution dans le benzène à la température ambiante comme pouvait le laisser prévoir son temps de vie de triplet relativement long ( $10^{-5}$  s) dans ces conditions (86); les spectres de phosphorescence sont semblables à ceux obtenus à basse température (schéma 4).



phosphorescence à 23°C

Schéma 4

Seuls diffèrent le rendement quantique d'émission ( $4 \times 10^{-4}$  pour l'acétophénone et la benzophénone) et le temps de vie de phosphorescence ( $3,5 \times 10^{-6}$  s pour l'acétophénone et  $6,5 \times 10^{-6}$  s pour la benzophénone). A la température ambiante et en matrice solide, où la diffusion des molécules est empêchée, la benzophénone a une émission de phosphorescence et de fluorescence retardée caractéristiques d'un état  $n,\pi^*$  (88). Le temps de vie du triplet est alors de  $10^{-3}$  s (au lieu de  $5,4 \times 10^{-6}$  s dans le benzène à la même température).

### III.2. Photoréduction

La réaction photochimique des cétones aromatiques qui a reçu une attention considérable, durant la première

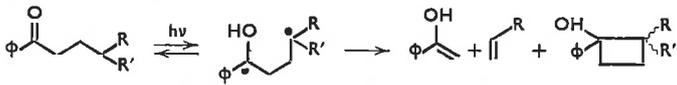


la constante de vitesse de la réaction est  $0,8 \times 10^7 \text{ s}^{-1}$  pour  $R^1 = R^2 = \text{H}$ ; elle augmente avec la stabilisation du radical benzylique :  $9 \times 10^7 \text{ s}^{-1}$  pour  $R^1 = \text{H}$ ,  $R^2 = \text{Me}$  et  $17 \times 10^7 \text{ s}^{-1}$  pour  $R^1 = R^2 = \text{Me}$ . Parallèlement, le temps de vie de l'état triplet, responsable de la réaction, diminue :  $125 - 11$  et  $6 \times 10^{-9} \text{ s}$  respectivement.

### III. 4. Réaction du type II.

Cette réaction intervient pour les alcoylarylcétones dont la chaîne alcoyle possède au moins trois atomes de carbone. Le mécanisme de la réaction est analogue à celui, décrit plus haut, des cétones aliphatiques. Dans le présent cas, la photoréduction en alcool correspondant ou en pinacol est suffisamment atténuée pour ne pas avoir été signalée dans la littérature. Ce résultat est justifiable par les constantes de vitesses des deux réactions en compétition : de l'ordre de  $10^6 \text{ s}^{-1}$  pour la photoréduction et de  $10^8 \text{ s}^{-1}$  pour la réaction de type II.

Le passage par le biradical a été parfaitement démontré par Wagner (38b) à l'aide de la S (+) méthyl-4 phényl-1 hexanone-1.



En effet, la somme des rendements quantiques de la réaction de type II ( $\Phi_{II} = 0,23$ ), de formation des cyclobutanols ( $\Phi_{CB} = 0,03$ ) et de racémisation de la cétone de départ ( $\Phi_{racém} = 0,78$ ) atteint l'unité pour une irradiation dans le benzène. La réversibilité de la capture d'hydrogène en  $\gamma$  peut être supprimée par un solvant hydroxylé, comme le tertbutanol, qui stabilise le biradical intermédiaire par liaison hydrogène; dans ce cas, le rendement quantique atteint 0,96 pour la formation d'acétophénone et 0,06 pour celle des cyclobutanols. Comme l'efficacité du croisement intersystème est unité (97), toute la réaction est issue de l'état triplet qui présente un caractère marqué ( $n, \pi^*$ ). Cette caractéristique est générale des cétones aromatiques qui ne sont pas substituées sur le noyau (33); les diènes désactivent bien la réaction du type II de Norrish des cétones aromatiques (97). La capture de l'hydrogène est facilitée par abaissement de l'énergie de la liaison C — H qui se rompt et la constante de vitesse de cette capture est 60 fois plus élevée pour un hydrogène tertiaire que pour un hydrogène primaire.

#### Influence de la substitution

Un substituant électrodonneur lié au carbone qui cède son hydrogène augmente la réaction du type II de Norrish tandis qu'un substituant attracteur fixé sur le même site diminue la réactivité; ainsi, pour  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{R}$  dans le benzène, la constante de vitesse  $k_r$  est respectivement égale à  $1,3 \times 10^8 \text{ s}^{-1}$ ,  $4 \times 10^8 \text{ s}^{-1}$ ,  $6,2 \times 10^8 \text{ s}^{-1}$ ,  $0,1 \times 10^8 \text{ s}^{-1}$  et  $0,05 \times 10^8 \text{ s}^{-1}$  pour  $\text{R} = \text{CH}_3$ ,  $\text{N}(\text{CH}_3)_2$ ,  $\text{OCH}_3$ ,  $\text{COOCH}_3$  et  $\text{C} \equiv \text{N}$ . Le rendement quantique de la réaction du type II ne varie pas dans les mêmes proportions puisqu'il est respectivement égal à 0,33, 0,03, 0,23, 0,50 et 0,30. Cette divergence n'est qu'apparente et, comme  $k_r = \Phi_r \times \tau$ , elle ne fait que refléter la différence du temps de vie de l'état triplet de ces molécules; temps de vie qui dépend de la facilité de la capture de l'hydrogène en  $\gamma$ , alors que le rendement quantique de formation de l'acétophénone par la réaction du type II est assujéti à l'efficacité de la rétrocession de l'hydrogène par le biradical intermédiaire. Si cette rétrocession est négligeable, et si aucun autre processus n'est en compétition, alors  $k_r$  et  $\Phi_r$  évoluent dans le même sens. Il ressort de cette discussion qu'il peut être erroné de comparer les rendements quantiques de formation des produits aux réactivités des états excités.

Pour  $\text{R} = \text{C}(\text{CH}_3)_3$ ,  $k_r = 2 \times 10^8 \text{ s}^{-1}$  ce qui indiquerait l'absence d'empêchement stérique sur le transfert d'hydrogène. La longueur de la chaîne alcoyle R ne montre pas, non plus, d'influence importante sur la réactivité du triplet des cétones (98). En revanche, des substituants attracteurs d'électrons en  $\delta$  du carbonyle induisent une diminution de la réactivité, mais plus faible que lorsqu'ils sont en  $\gamma$ ; ainsi, pour  $\text{R} = \text{CH}_2\text{C} \equiv \text{N}$ ,  $k_r = 0,1 \times 10^8 \text{ s}^{-1}$  contre  $1,3 \times 10^8 \text{ s}^{-1}$  pour  $\text{R} = \text{CH}_3$ .

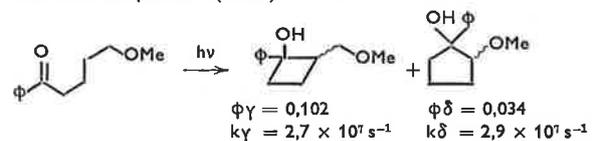
La substitution en  $\gamma$  influe donc sur la vitesse de la réaction du type II. Les substituants en  $\alpha$  et en  $\beta$  modifient également la vitesse de réaction.

Ainsi, la phényl-1 diméthyl-2,2 pentanone-1 donne plus de 80 % de produits de cyclisation en cyclobutanols (contre  $\sim 15$  % pour la valérophénone) tandis que la phényl-1 diméthyl-3,3 pentanone-1 n'en forme pratiquement plus (99). L'hypothèse retenue pour cette différence de réactivité est la suivante: compte tenu de leur courte durée de vie (dans le benzène), les biradicaux ne peuvent subir que quelques rotations avant de réagir; si les substituants introduisent une barrière à la rotation nécessaire pour que le biradical prenne la conformation appropriée, la rotation deviendra l'étape qui impose sa vitesse à la réaction. Il semblerait, d'après les modèles moléculaires, que la diminution de la vitesse de la réaction du type II soit due, pour le composé *gem*-diméthylé en 2, à d'importantes occultations-1,2. Le développement d'interactions de type 1,3 diaxiales durant la cyclisation expliquerait l'influence de la substitution en  $\beta$ .

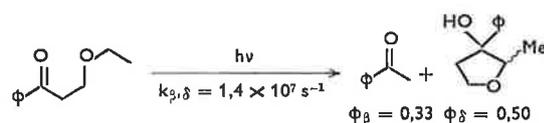
Un groupement alcoxy dans la molécule augmente la réactivité du triplet du carbonyle dans la réaction du type II par deux effets distincts: le premier en abaissant l'énergie de la liaison C — H de l'hydrogène qui va être capturé, lorsque le carbone qui le porte est directement lié à l'oxygène; ainsi l' $\alpha$ -méthoxyacétophénone est 200 fois plus réactive que la butyrophénone (100), l' $\alpha$ -éthoxyacétophénone étant 14 fois plus réactive que la  $\gamma$ -méthoxybutyrophénone qui, elle-même, est 6 fois plus réactive que la valérophénone (100b).

Pour chacune des comparaisons, l'hydrogène capturé est soit primaire, soit secondaire. La 2<sup>e</sup> comparaison montre qu'un effet inductif produit par l'alcoxy en  $\alpha$  du carbonyle exalte la réactivité du groupement benzoylé. Ceci se vérifie pour l' $\alpha$ -méthoxybutyrophénone qui présente deux sites réactifs pour le transfert d'hydrogène; en dépit des deux transferts compétitifs, l' $\alpha$ -méthoxybutyrophénone est 6 fois plus réactive dans la capture d'hydrogène en  $\gamma$  sur son groupement propyle que la butyrophénone elle-même (100b).

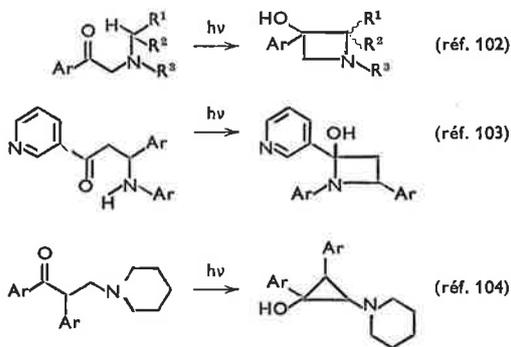
L'accroissement de la réactivité des hydrogènes en  $\alpha$  de l'oxygène des éthers s'observe également avec la  $\delta$ -méthoxyvalérophénone; le transfert d'un hydrogène sur le carbone en  $\delta$  du carbonyle est peu courant et ne s'observe qu'en de rares cas où il n'y a pas d'hydrogène présent sur la position  $\gamma$ ; les rendements quantiques sont alors relativement faibles. Ici, où les deux positions  $\gamma$  et  $\delta$  portent chacune deux hydrogènes secondaires, on observe une compétition de leur capture (101):



avec des efficacités quantiques dans un rapport de 3. Lorsqu'il n'y a plus d'hydrogène disponible en position  $\gamma$ , une capture efficace en  $\beta$  est observée:



D'autres exemples sont également connus pour des molécules comportant un hétéroatome dans la chaîne :



Dans les molécules comme la précédente, la présence de l'atome d'azote induit une diminution du rendement quantique de croisement intersystème S — T (105) qui a été attribuée à une désactivation intramoléculaire de l'état singulet ( $n, \pi^*$ ), d'autant plus efficace que l'hétéroatome est plus proche du carbonyle :

	$\Phi_{ci}$		
	(benzène)	acrylonitrile	méthanol
	0,82	0,80	0,84
	0,58	0,51	0,72
	0,01	0,01	0,03

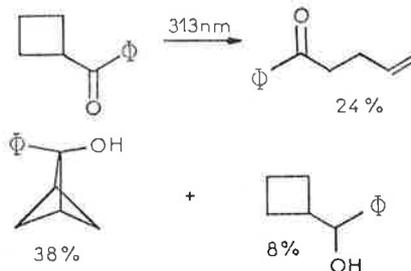
Pour la dernière, lorsque l'état triplet est peuplé par réaction sensibilisée (solution dans le benzène; sensibilisation par la butanone-2) le rendement quantique de la réaction de type II atteint la valeur 0,47.

#### Influence des substituants sur le noyau aromatique.

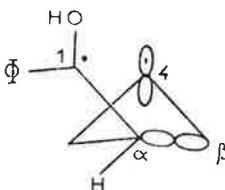
Les substituants électrodonneurs et électroaccepteurs sur le noyau aromatique diminuent tous deux les rendements quantiques du type II; les premiers en agissant sur l'état triplet et les seconds en intervenant au niveau du biradical. Nous avons déjà signalé dans la partie photoréduction que la paraaminobenzophénone ne donnait plus lieu à réduction ni pinacolisation; la présence de groupements méthyles sur le noyau diminue légèrement, aussi, la réactivité du triplet  $^3(n, \pi^*)$  de la benzophénone (106). Les substituants à caractère fortement attracteur d'électrons doublent la réactivité de l'état triplet par simple effet inductif sur les espèces électrophiles (107). Le fait que les niveaux d'énergie  $^3(n, \pi^*)$  et  $^3(\pi, \pi^*)$  des cétones aromatiques sont très voisins provoque une interaction forte entre eux. Les groupements électrodonneurs sur le noyau aromatique diminueront la différence d'énergie existant entre ces niveaux et, à la limite les inverseront (108). La réactivité de l'état triplet diminue alors fortement, tant pour la capture d'hydrogène intermoléculaire (109) que pour la réaction du type II (100a). Les cétones (naphtylcétones, paraaminophénylcétones) ont des niveaux  $^3(\pi, \pi^*)$  nettement moins élevés que leurs niveaux  $^3(n, \pi^*)$ ; leur absence de réactivité dans la réaction de photoréduction s'explique par le fait que l'excitation est surtout localisée sur le noyau aromatique. Comme ce cas se produit lorsqu'il y a des groupements électrodonneurs sur ce noyau, l'oxygène du carbonyle devient riche en électrons et perd le caractère radicalaire usuel.

#### Benzoylcyclanes.

Le benzoylcyclobutane donne la réaction du type II de Norrish et un cyclobutanol par irradiation dans le benzène (110a). La constante de vitesse de la réaction est faible ( $k_r = 5,5 \times 10^3 \text{ s}^{-1}$ ).

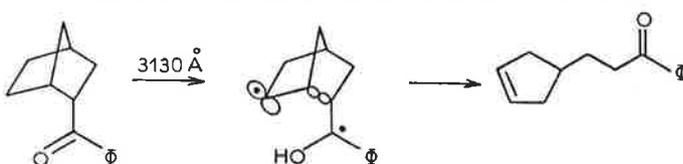


Il se forme également 10 % de pinacol; si l'irradiation est conduite dans l'isopropanol, le pinacol devient le produit principal (sinon exclusif) de la réaction photochimique ( $k_r = 1,3 \times 10^5 \text{ l.mole}^{-1} \text{ s}^{-1}$ ) et son rendement quantique de formation est 0,2. La formation du bicyclopentanol, dans le benzène, montre que l'évolution de la réaction n'est pas dominée par la stabilité des produits formés. La facilité de cyclisation plus grande que la formation de la phénylpenténone implique une conformation privilégiée du biradical intermédiaire. Pour que la rupture de la liaison en  $\alpha, \beta$  du carbonyle puisse se produire, il faut que les orbitales  $p$  des radicaux soient parallèles à la liaison  $c_\alpha - c_\beta$ ; ceci est difficilement réalisable dans le cas du benzoyl cyclobutane, où l'orbitale  $p$  du radical en C-4 est presque orthogonale à la liaison  $c_\alpha - c_\beta$ ; de sorte que le développement en phényl-1 pentène-4-one-1



se fait avec une double liaison terminale tordue. Le même raisonnement a été avancé pour les cyclanones  $\alpha$ -substituées (49b).

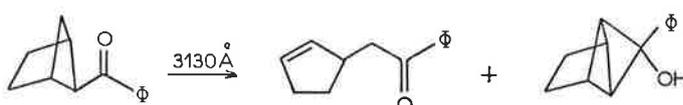
Un exemple légèrement analogue est connu avec l'endobenzoyl-2 norbornane (111) qui donne efficacement la réaction du type II parce que les orbitales impliquées dans le biradical peuvent prendre la conformation adéquate :



Lorsque la position 2 comporte une méthyle *exo* la réaction évolue efficacement ( $\Phi = 0,49$ ) vers le cyclobutanol (111); l'explication avancée (groupement méthyle dans une configuration éclipsée défavorable dans l'état de transition) ne paraît pas suffisante pour définir une réactivité aussi différente.

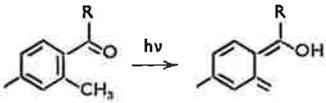
Le benzoylcyclopentane a une réactivité plus élevée ( $k_r = 6,7 \times 10^6 \text{ s}^{-1}$ ) que son homologue inférieur et ne donne que les produits de la réaction du type II (110b). En revanche, le benzoylcyclohexane est très peu réactif ( $\Phi$  disparition  $< 5 \cdot 10^{-3}$ ).

Signalons, dans cette série, que l'exobenzoyl-2 bicyclo[2.1.1.]hexane est plus réactif que la valérophénone et donne la réaction du type II et un cyclobutanol (112) :

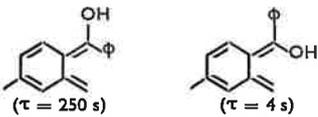


## Photoénolisation (113).

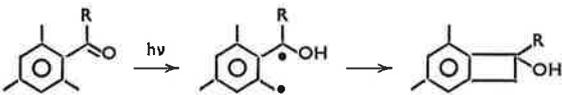
La photoénolisation des cétones aromatiques se produit lorsque le noyau aromatique comporte un groupement alcoyle en *ortho* de la fonction carbonyle :



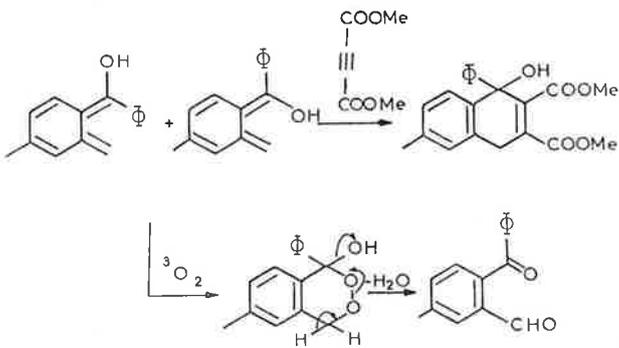
Le croisement intersystème S — T a une efficacité proche de l'unité ( $\Phi_{ct} > 0,95$ ) de sorte que la réaction est originaire de l'état triplet du carbonyle excité, et peut être considérée comme une variante de la réaction du type II. Deux intermédiaires transitoires ont été mis en évidence, l'un correspondant au plus bas niveau triplet ( $E \sim 70$  kC/M ;  $\tau = 38$  ns) et l'autre à une espèce dont la nature n'est pas connue ( $\tau = 67$  ns), par photolyse éclair (114). La faible durée de vie des intermédiaires explique l'inefficacité relative des réactions intermoléculaires ; la photopinacolisation (dans l'isopropanol ou dans le benzène) est cependant possible dans plusieurs cas (115a). Deux photoénols peuvent être obtenus, chacun ayant un temps de vie propre ; lorsque la réaction est effectuée dans



$\text{CH}_3\text{OD}$ , on observe, lors du retour du photoénol à la cétone de départ, l'incorporation de deutérium dans le méthyle en *ortho* (115b, 116). La cyclisation du biradical résultant de la capture d'hydrogène est également observée pour les trialkoyle-2,4,6 phénylcétones (117) :

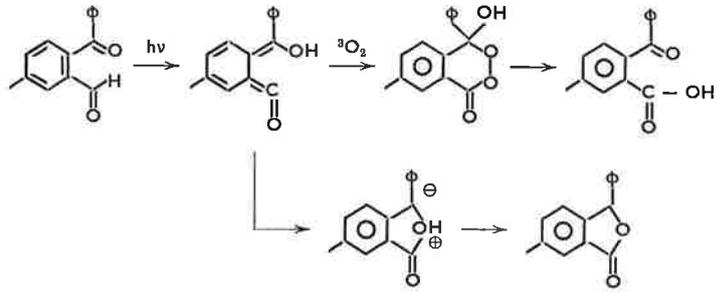


Généralement, le photoénol peut être piégé par des diénophiles tels que l'acétylènedicarboxylate de méthyle (115b, 116, 118), l'acide fumarique ou maléique (119), l'anhydride maléique (119) ou encore par l'oxygène à l'état fondamental (114, 117, 115c, 120).

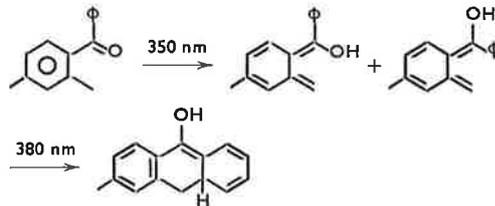


Dans ce dernier cas, le peroxyde formé peut se déshydrater en orthoformylbenzophénone qui est elle-même photoénolisable et dont l'intermédiaire (cétène) est piégeable par l'oxygène fondamental ou cyclisable en

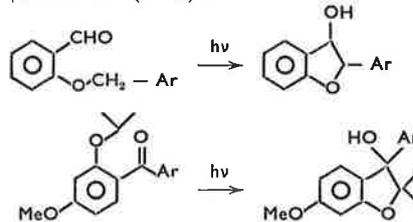
## phtalide (115c) :



Les phtalides peuvent aussi être obtenus à partir d'*ortho*phtaldéhydes (119b, 121). Par irradiation, non seulement dans la région du carbonyle des *o*-méthylbenzophénones (350 nm), mais également vers 380 nm, le photoénol se cyclise réversiblement en dihydroanthrone (à partir de l'état excité singulet) :

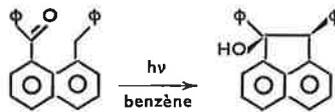


En faisant, alors, barboter de l'oxygène dans la solution il se forme, à côté des autres produits décrits, des anthraquinones (30-40 %) résultant d'une photooxydation des dihydroanthrones (122). Des cyclisations, faisant intervenir la capture d'un hydrogène en  $\delta$  sur le substituant *ortho*, sont également possibles (123) :



Lorsqu'il y a possibilité de compétition entre réaction du type II et photoénolisation, comme pour l'*orthométhylvalérophénone*, la réaction d'élimination se fait avec un rendement quantique de 0,01 dans le benzène et 0,04 en présence de tertiobutanol, alors que celui de la valérophénone était unité dans ces dernières conditions ; par suite, la sélectivité de la photoénolisation est de 25 contre 1 à la réaction du type II (124).

Une capture en  $\delta$  est également observée dans le cas suivant (125) :



La constante de vitesse de la réaction est faible ( $9,3 \times 10^4 \text{ s}^{-1}$ ) ce qui s'explique par la nature de l'état triplet à caractère  $\pi, \pi^*$  prépondérant.

(2<sup>e</sup> partie et bibliographie dans le n<sup>o</sup> de mars.)

## **Enseignement**

### **Qu'est-ce que le « Keller Plan » ?**

**par Pierre Laszlo**

*(Professeur, Institut de Chimie, Université de Liège)*

#### **Les Keller-cours**

Ce système d'enseignement modulaire substitue aux cours magistraux un travail individuel en profondeur, vérifié par des exercices de réflexion et de compréhension. Ce n'est que lorsqu'un module a été convenablement maîtrisé que l'élève a latitude de passer au module suivant. En effet, dans cette méthode mise au point par un psychologue skinnérien, l'effort personnel est encouragé par sa rétribution immédiate, l'accès à un niveau supérieur.

Baptisé « Keller-Plan », le système est en train de faire tache d'huile dans l'enseignement universitaire américain, depuis le M.I.T. jusqu'aux « colleges » les plus reculés. En effet, les étudiants paraissent obtenir de meilleurs résultats, parce qu'ils sont davantage motivés et ont l'impression d'utiliser leur temps de manière à la fois libre et efficace.

#### **Aspects d'une séance de cours**

A quoi cela ressemble-t-il, concrètement, un Keller-cours ?

Les étudiants sont assis dans une salle tout à fait normale, et travaillent à leurs modules, chacun de son côté. De temps à autre, ils appellent le professeur soit pour lui poser une question, soit pour lui soumettre leur solution à l'un des problèmes posés.

Dans le premier cas, le professeur évite de répondre directement à la question ; il s'efforce plutôt de la renvoyer à l'étudiant, transformée, afin de susciter une réflexion ; ou bien, il lui conseillera la lecture d'un passage dans l'un des manuels empilés sur une table, au milieu de la pièce ; ou encore, il priera un autre étudiant d'expliquer à son camarade ce dont il retourne.

Questions et réponses fusent de tous côtés, et le cours a lieu dans une grande animation ; certains étudiants sont d'ailleurs gênés par le bruit de ces discussions multiples, car ils ont besoin de silence pour travailler. Mais, de manière générale, l'ambiance est bénéfique, car les renseignements cherchés sont plus immédiatement disponibles ; l'atmosphère est très voisine de celle qui règne dans un séminaire de recherche animé.

Qu'est-ce que c'est qu'un module ?

Un ensemble de questions posées sur un sujet précis à un étudiant.

La rétention est-elle meilleure qu'après un cours traditionnel ?

Les quelques études statistiques effectuées (voir bibliographie en fin d'article) le suggèrent; c'est également mon impression, à cause de la participation active des étudiants. L'un d'eux disait ceci : « Beaucoup mieux qu'avec un cours théorique où je suis assis sur une chaise et où j'entends débiter tout ça. Ici, c'est un exemple qui m'aura frappé. Comme quand tu travailles au labo, tu fais une manip, tu fais une erreur... Tu te souviens toujours de cette erreur-là ».

Quelle est la stratégie d'approche d'un Keller-cours ? Elle est adaptable au cas individuel de l'étudiant. On voit immédiatement s'il est en train de nager, sur le module qui lui est proposé; ses points faibles deviennent évidents : on peut alors très utilement le conseiller sur la manière dont il doit s'y prendre pour résoudre un problème ou compléter ses connaissances. Voici d'ailleurs un exemple de dialogue pris sur le vif lors d'un cours de stéréochimie et d'analyse conformationnelle :

*L'étudiant* : « Il s'agit de déterminer les stabilités relatives de 2 isomères, des bicycloheptanones. Pour la détermination, une suggestion : procéder par mesure de la chaleur de combustion des deux isomères. Le risque, c'est que les  $\Delta H$  de combustion ne soient pas suffisamment différents par rapport à l'erreur expérimentale ».

*Le professeur* : « J'ai l'impression que vous mettez la charrue avant les bœufs. La première question, c'est comment vous y prendriez-vous pour prévoir ? et puis ensuite seulement, déterminer la différence d'enthalpie. Au fond, ce que l'on vous demande, c'est de faire maintenant une estimation quantitative, aussi précise que possible, de la différence d'énergie entre ces deux cétones. Et puis, ensuite, effectivement, les chaleurs de combustion devraient vous permettre de corroborer ce résultat. Donc, si vous voulez, la deuxième partie de votre module est infiniment plus facile que la première ».

### Un renversement radical

Dans l'idéologie traditionnelle, l'enseignant a pour devoir de transmettre une information, de manière quasi rituelle. Debout en redingote devant son tableau noir, son discours persuasif veille à entraîner à sa suite l'attention toute intellectuelle de ses auditeurs. On le critique pour son caractère passivant, c'est précisément l'une de ses fonctions. Le professeur est bien le représentant du corps social, qui se sert de lui pour se dévoiler, s'explicitier et s'enraciner. De là, l'idéologie professorale : être au service de la vérité, qu'il s'agit de dévoiler, d'explicitier et d'enraciner dans l'esprit des enseignés.

Il n'est plus possible de continuer ainsi, le malaise est trop grand. Le prof, ce serviteur bien stylé, en a assez : il veut rendre son tablier. Il n'est pas surprenant qu'il adopte la solution de facilité, et qu'il se tourne vers la partie adverse du mythique contrat scolaire, vers son élève, pour lui dire en quelque sorte : cher ami, l'apprentissage est un processus tout individuel, bien délicat et mystérieux. Il vous revient de l'effectuer, ne l'oublions pas. Je consens volontiers à vous indiquer un point de départ et un point d'arrivée, mais le choix du trajet vous incombe, vous êtes parfaitement libre des moyens que vous utiliserez.

L'élève croyait avoir des droits sur le professeur. Il s'imaginait peut-être qu'on allait lui mâcher la besogne, ou bien que la compréhension pourrait jaillir et s'alimenter au verbe magnétique de son guru... Et bien, il est remis à sa place l'élève, il apprendra ! (on notera au passage la double acception de la forme verbale

« il apprendra »; une nette connotation péjorative, restrictive, visant à subjuguier est superposée à la signification en principe neutre de cette locution; toutes les analogies avec le domptage, le dressage d'un animal sauvage) (\*).

Le contrat scolaire est ainsi irrémédiablement transformé. De débiteur qu'il était, le professeur est devenu créancier. C'est là le point fondamental.

### Les étudiants travaillent davantage

Quelqu'un vous a confié un travail. Lorsque vous faites votre le travail qui vous est imparti, vous n'aurez de cesse qu'il ne soit terminé, que vous n'avez vaincu cet obstacle.

J'ai pu observer ce comportement lors de chacune des séances des Keller-cours que j'ai dirigées : les étudiants travaillent d'arrache-pied, et ne lèvent la tête qu'avec regret lorsqu'on leur annonce que la séance de travail est terminée. Ils sont d'ailleurs tout surpris que le temps ait passé si vite. On doit leur enjoindre l'interdiction de continuer à défricher et à déchiffrer leurs modules dans l'intervalle entre deux séances. Sinon, les autres cours, traditionnels, qui continuent de coexister avec les Keller-cours en souffriraient. Il faut le répéter, l'enthousiasme qui les anime provient du caractère personnel de leur travail. Les étudiants travaillent mieux : lentement mais sûrement. On couvre grosso modo le même terrain trois ou quatre fois plus lentement dans le système Keller que dans l'enseignement traditionnel; néanmoins, les résultats des étudiants dans le même temps sont assez nettement supérieurs. C'est là qu'on découvre de manière absolument renversante les incroyables lacunes de l'enseignement traditionnel. J'en ai fait l'expérience à de nombreuses reprises : des étudiants parmi les meilleurs, intelligents, ouverts, travailleurs, ne soupçonnaient pas eux-mêmes les insuffisances de leur bagage intellectuel. Des bases indispensables, que l'on croit depuis longtemps acquises, font défaut; ou bien sont déformées par un contre-sens. Ce n'est qu'avec un enseignement de type Keller que j'ai pu mettre à jour, révéler ces défauts de construction et y remédier.

### Le professeur travaille-t-il moins ?

L'expression « donner un cours »; le professeur s'y livre à un effort singulier, toujours contrecarré du dehors ou du dedans : une énonciation claire et convaincante, avec un ralenti extrême par rapport au temps réel de la pensée, des pensées qui se pressent en lui.

Le désir de convaincre, d'apporter une certaine quantité d'information; la défense d'une attitude critique; la nécessité de personnaliser l'exposé, de le faire un peu mousser pour le faire mieux passer, de se faire un peu mousser. L'enseignant doit se frayer un chemin sinueux, et tendre à une expression formelle bien articulée, à voix haute et intelligible. Chaque leçon requiert une préparation attentive; la tension physique lors de la leçon est éprouvante. Les cours réguliers ont cessé. Le prof ne se produit plus en public : quel soulagement !

Mais organiser un Keller-cours est une tâche prenante et lourde. C'est d'abord et surtout une planification

(\*) « L'animal retombant sans cesse, dans son impuissance, s'avoue vaincu, et, heureux des caresses calmes de son maître, il ne tarde pas à se coucher (...) Pour l'éducation des animaux domestiques, aussi bien que pour celle des enfants et des hommes, le succès est à celui qui saura le mieux dominer, ou au moins, dissimuler sa colère et sa peur, c'est-à-dire, remplacer les accès fiévreux de la passion par le sang-froid et par la raison ». (Article « Domptage des chevaux », Édouard Bourdet, Encyclopédie du Dix-Neuvième Siècle; 1859-1860, 4<sup>e</sup> édition, volume 49<sup>e</sup>).

minutieuse des objectifs généraux du cours, des objectifs particuliers à chaque leçon ou module. C'est l'élaboration d'un grand nombre d'exercices, puisqu'il faut en pratique quatre jeux distincts pour qu'un étudiant n'ait pas la tentation de copier sur un de ses camarades plus avancé. C'est aussi la mise au net, la dactylographie de tous ces modules individuels, avant même que la première séance n'ait commencé. Pendant les séances elles-mêmes, le professeur va et vient, virevolte. Toujours disponible aux questions des étudiants, toujours évasif : c'est l'étudiant lui-même qui doit trouver les réponses. L'enseignant suggère une lecture, indique une contradiction dans le raisonnement, redonne du nerf à une problématique, souligne les limites d'un concept; de manière générale, il encourage son interlocuteur à fouiller son sujet dans les moindres recoins, de manière à le maîtriser réellement. C'est très bruyant et désordonné, une salle où se donne un Keller-cours : une pile de livres et de revues sur une table centrale; le professeur circule constamment, discute à voix haute avec ses élèves (il a un interlocuteur précis à chaque instant, mais ses paroles peuvent être utiles à d'autres). Il recommande à l'un ou l'autre d'aller se faire expliquer un point précis par un camarade qui l'a déjà bien pigé. Point de chaire, et le tableau noir est à peine utile. Il faudra encore tenir à jour le dossier relatif à chaque étudiant. Tout cela représente une somme considérable de travail.

### La méthode est-elle exportable ?

Il paraît logique que les Keller-cours aient été conçus par et pour des américains. Leur aptitude à la projection, leur talent pour se couler dans un moule, les y prédisposent. Et puis leur ouverture (\*) ainsi que leur tempérament de gagnants (\*\*), et leur goût pour le travail (\*\*\*)).

Et pour des Européens ?, la formule est viable, j'en ai l'expérience. Elle nécessite une adaptation : nos étudiants sont plus spontanément tricheurs, il faut multiplier les sujets d'étude; ils sont moins spontanément altruistes, et un monitorat volontaire semble plus difficile à susciter en Europe qu'aux États-Unis, où il fonctionne de manière satisfaisante dans nombre d'enseignements Kellerisés. Mais je vois surtout des extensions importantes dans les pays sous-développés, à condition qu'elles soient minutieusement préparées avec les responsables locaux de l'enseignement. La carence dans ces pays de nos formes occidentales d'enseignement, exportées dans une langue et véhiculant des notions totalement étrangères, et inutiles aux élèves, est manifeste. D'après un responsable africain : « La sélection, la promotion individuelle, qui sont les finalités habituelles de l'école, ne sont plus adaptées aux sociétés en voie de développement » (\*\*\*\*).

Les Keller-cours permettraient de très substantielles économies au niveau :

a. de la formation des enseignants, car les

(\*) « It (seems) that everything is possible to human freedom (...). The American peoples are young (...) They enjoy that bloom, that openness to the future, which Aristotle called the flower of youth. Americans are always on the move — available for new tasks ». Jacques Maritain, « Reflections on America », Doubleday, Garden City, New York, 1964.

(\*\*) It is generally believed that success is a thing good in itself, and which it is, from an ethical point of view, mandatory to strive for ». *Ibid.*

(\*\*\*) As a matter of fact, it is not money, it is *work* which holds sway over American civilization. Everybody is working, and working hard ». *Ibid.*

(\*\*\*\*) Édouard Lizop, cité dans *Le Monde* du 28 juillet 1973.

Keller-cours ne nécessitent qu'une sorte d'animateur, ayant la capacité de formuler ses propres connaissances de manière réglée, tempérée;

b. des vecteurs scolaires : livres onéreux, émissions T.V.

Ils auraient en outre l'avantage considérable de pouvoir être élaborés par la communauté (scolaire) elle-même, sur place, et pour répondre à ses nécessités propres.

De même que chaque livre cherche (idéalement) à réinventer le langage, tout peut être matière à élaboration d'un Keller-cours; c'est-à-dire à une saisie du réel sous un angle à la fois quelconque et choisi.

### L'édition de Keller-cours ?

Se pose le problème de l'authenticité, que l'on pourrait formuler ainsi : pourquoi ressentir comme personnel un travail imposé de l'extérieur ? C'est le même problème que dans l'enseignement traditionnel, où nombre d'enseignants se contentent d'annoncer un manuel scolaire. D'autres le remanient profondément : indépendamment de toute autre considération, cette attitude critique sera déjà profitable à leurs élèves. De même, je ne crois pas beaucoup à des Keller-cours dont les modules n'auraient pas été préparés, et surtout conçus, par le professeur lui-même. Il y a dans cette méthode une possibilité quasi infinie d'adaptation à des conditions locales particulières : il serait sot d'y renoncer.

Quant à l'apparente contrainte subie par les élèves, puisqu'un Keller-cours est programmé, elle se situe seulement au niveau de l'articulation en modules. Elle se replie en cette fonction professorale : le professeur, c'est celui qui vous confie un travail. Le professeur met le contact, en quelque sorte, et s'en va. Éditer un livre pour des Keller-cours, ce n'est pas un changement radical. Au contraire, c'est l'occasion de retrouver des pratiques érodées ou tombées en désuétude. Il est évident que, d'une certaine manière, on redécouvre avec les Keller-cours la « leçon » imprimée : ce discours sur un thème précis, dont chaque mot a été soigneusement pesé, avec des exercices d'accompagnement, permettant de triturer le texte pour en extraire toutes les connotations. On connaît aussi les livres du maître, contenant à la fois des suggestions pédagogiques, et les réponses aux questions posées. Dans un Keller-livre, ce matériel scolaire est, en substance, fourni directement aux élèves.

S'il n'y a pas de nouveauté fracassante dans un tel livre, par contre l'exigence de sérieux, de préparation attentive, de réflexion préalable sur les difficultés que rencontreront les élèves, tout cela est particulièrement fructueux.

### Éléments de bibliographie

- (1) B. F. Skinner, *The Technology of Teaching* (Appleton-Century-Crofts, New York, 1968), p. 8.
- (2) F. S. Keller, *J. Appl. Behaviour Anal.*, 1968, 1, 79.
- (3) B. N. Koen, *Engin. Educ.*, 1970, 60, 735.
- (4) J. S. McMichaël et J. R. Corey, *J. Appl. Behaviour Anal.*, 1969, 2, 79.
- (5) B. A. Green Jr., *Amer. J. Phys.*, 1971, 39, 764.
- (6) B. A. Green Jr., *J. Coll. Sc. Teaching*, 1971, 1, 1.
- (7) I. I. Hoberock, *Engin. Educ.*, 1971, 61, 504.
- (8) S. M. Austin et K. E. Gilbert, *Amer. J. Phys.*, 1973, 41, 12.
- (9) M. Wei-Ming Leo, *J. Chem. Educ.*, 1973, 50, 49.
- (10) D. K. Lewis et W. A. Wolf, *J. Chem. Educ.*, 1973, 50, 51.

## **A contre courant : une expérience de rénovation pédagogique de l'enseignement de la chimie dans le second degré**

**Contribution concrète à une étude comparée : rénover du « sommet » ou de la « base » ?**

par **Maurice Gomel**

*(Professeur de chimie physique, Directeur de l'I.P.E.S. Sciences de l'Université de Poitiers)*

*La critique est aisée, l'art est difficile...*

L'éditorial intitulé « La rénovation de l'enseignement de la chimie, vrais et faux problèmes » (*L'Actualité chimique*, 1973, n° 1) critiquait sans ambiguïté, en particulier la procédure traditionnelle de rénovation de l'enseignement d'une discipline au niveau du second degré (mathématiques ou sciences physiques).

Étaient visés l'accent mis quasi exclusivement sur les « programmes », au détriment des « méthodes », et le processus lui-même, consistant à confier à un sommet de penseurs le soin de rêver la réforme.

On peut regretter que cette conception ne confie au petit peuple des exécutants (les professeurs), après un rodage limité des nouveaux programmes intitulé expérimentation, que la charge d'appliquer avec discipline ladite réforme. Quant à la formation de ces exécutants, elle consiste alors dans le cas le plus favorable, à dispenser aux professeurs des cours et travaux pratiques

(recyclages) sur les contenus rénovés de la discipline qu'ils ont à enseigner selon les nouveaux programmes. Que ces contenus rénovés soient enseignés dans le cadre de relations pédagogiques non rénovées, c'est là, traditionnellement en France, un problème mineur. Le complexe de supériorité des sciences dites exactes ou naturelles, sur les prétendues « sciences » de l'éducation est si bien enraciné dans la culture de tout scientifique sans guillemet, même le plus médiocre, qu'il ne saurait en être autrement.

Cet éditorial délibérément agressif n'avait été rédigé, il faut l'avouer, que toutes précautions prises.

En effet, pour ne pas encourir le classique reproche « la critique est aisée, l'art est difficile », l'auteur n'avait exprimé sa critique qu'après s'être engagé depuis 1971, avec divers collaborateurs bénévoles, dans une entreprise volontairement limitée pour être précise, de rénovation et d'expérimentation d'une méthode d'enseignement de la chimie au niveau du second degré, entreprise reposant sur des choix et procédures diamétralement opposés aux options traditionnelles.

### **Choix et procédures**

Une fraction importante du programme de chimie de classe terminale a été retenue comme thème de base (l'oxydo-réduction).

Une équipe mixte d'enseignants (enseignements supérieur et du second degré) assistés par un psycho-pédagogue et un statisticien a entrepris de définir elle-même objectifs, protocole expérimental et procédures de validation.

Les objectifs privilégiés se sont situés au niveau de la méthode d'enseignement, choisie pour favoriser l'acquisition de connaissances, de savoir-faire et d'attitudes jugées positives, initiative, travail en groupe, etc.

L'équipe de travail (Groupe de recherche sur l'enseignement des sciences physiques créé par l'I.P.E.S. Sciences au niveau de l'Académie et de l'Université) a élaboré les outils nécessaires à la réalisation de son programme :

fiches et documents destinés à l'élève ;

documents destinés au maître ;  
auxiliaires divers (« handbook » de l'élève, diapositives, film).

Cette méthode active d'enseignement (qui fait en particulier appel au travail en groupes restreints, sur des documents à caractère « actif », le professeur intervenant sur demande des groupes, et de sa propre initiative pour contrôler, en cours de travail, la validité des résultats obtenus par les groupes) a été expérimentée durant deux années consécutives (1971-1972, 1972-1973) dans plusieurs classes de l'Académie de Poitiers, avec référence à diverses classes témoins. Malgré toutes les difficultés prévisibles de l'expérimentation et l'incertitude corrélative des résultats, un réel effort d'objectivation a été tenté pour juger la méthode proposée.

### **Des objectifs et des résultats**

Il est impossible de présenter dans le cadre limité de cet article l'ensemble des documents élaborés, ainsi que les nombreux résultats de l'expérimentation.

Deux dossiers intitulés :

1. Recherche sur l'élaboration d'une nouvelle méthode pédagogique. Enseignement de la chimie au niveau des classes terminales du second degré. Présentation générale de l'expérience et de ses résultats.

2. L'oxydo-réduction. Technique d'enseignement retenue. Documents de travail destinés à l'élève, octobre 1973.

(Groupe de recherche sur l'enseignement des sciences physiques, Institut de Préparation aux Enseignements du Second degré, Sciences)

regroupent l'ensemble de ces informations et sont disponibles sur demande à adresser au secrétariat de l'I.P.E.S. Sciences, 40, avenue du Recteur-Pineau, 86022 Poitiers (le film super 8 et les diapositives correspondantes ne seront prêtés que dans la limite du nombre de copies disponibles).

Il suffira de citer ici deux extraits, l'un relatif aux objectifs, l'autre aux résultats.

### **Objectifs retenus**

#### Quelques généralités souvent admises

Pour le chapitre (oxydo-réduction) sur lequel a porté cette expérience, les objectifs « connaissances » recherchés se réduisent essentiellement à des définitions (oxydant, réducteur), en principe antérieurement acquises, à un schéma de principe (pile) et à la mémorisation de quelques oxydants et réducteurs classiques.

Le concept à acquérir puis mémoriser est celui de « couple redox ».

Les « savoir-faire » à acquérir portent, comme dans le cas de toute science expérimentale sur : observer, interpréter, généraliser, prédire, vérifier.

Le concept nouveau de « couple redox » doit précisément pouvoir être utilisé, au terme de l'enseignement, comme instrument de généralisation, d'interprétation ou de prédiction. Il sera souvent demandé dans ce but à l'élève d'observer, de vérifier.

#### L'originalité de la méthode proposée

Les enseignants de sciences physiques s'accordent volontiers sur les propositions énoncées ci-dessus.

Les enseignants du Groupe de recherche sur l'enseignement des sciences physiques les ont aussi

retenues mais ont toutefois complété ces objectifs par les suivants, portant sur les attitudes, et jugés fondamentaux :

- 1° rendre les élèves plus *actifs*, développer leur *initiative*, leur apprendre à *utiliser des documents*,
- 2° les faire *travailler en groupe*.

Ces objectifs ont été recherchés systématiquement à travers l'organisation de la classe (petits groupes d'élèves ; pas de professeur « au tableau ») et la rédaction convenable de documents de travail destinés aux élèves (rédaction de documents conçus pour de petits groupes, sollicitant constamment l'élève, laissant une certaine marge d'initiative, et faisant appel à la manipulation d'autres documents).

Il s'agirait en quelque sorte de substituer à la relation passive « professeur → élèves », des relations actives (et laissant place à une certaine initiative) « élèves ↔ élèves », « élèves → documentation ». La relation « professeur-élèves » ne disparaît pas pour autant du projet : la méthode maintient au professeur l'indispensable rôle d'animer et coordonner l'activité des divers groupes d'élèves, aider à surmonter les difficultés éventuellement rencontrées par chaque groupe et contrôler la validité du travail accompli au sein de chaque groupe. Une dimension active (et donc réciproque) de la relation « professeur ↔ élève » subsiste donc parmi les objectifs retenus.

...

Remarque : l'étude détaillée des dossiers cités révèle que la méthode proposée ne peut en aucune manière être assimilée exclusivement au « cours-T.P. » déjà réalisé par divers enseignants, ni à des procédures « d'enseignement par fiches » déjà appliquées sporadiquement sans objectifs clairement définis. La méthode proposée va au-delà des recommandations de Lazerges et dans bien d'autres directions, bien qu'il faille actuellement constater que, faute de formation initiale, peu d'enseignants de sciences sont totalement informés sur ce « classique » français de la didactique des sciences physiques.

...

### **Conclusion générale**

Nous notons en premier lieu les difficultés inévitablement rencontrées au niveau de l'évaluation objective :

1. Difficultés liées à l'objectivation elle-même, surtout en matière d'attitudes ;
2. Difficultés liées aux conditions matérielles de l'expérience (difficultés à disposer d'un nombre suffisant de classes témoins et expérimentales).

Néanmoins, l'ensemble des résultats semble plaider en faveur de la méthode proposée compte tenu de l'ensemble des objectifs retenus.

Une inquiétude peut subsister en matière d'adéquation de la méthode à une préparation de l'élève à la « question de cours » de chimie du baccalauréat (telle que la reproduit l'épreuve 3).

Il semblerait préférable de se demander si l'enseignement de la chimie a pour finalité de préparer l'élève à une épreuve d'un type fixé à l'avance ou si une épreuve finale doit plutôt être construite de manière à tester si divers objectifs éducatifs ont été atteints.

Dans tous les cas, il faut enfin remarquer que les indications favorables à la méthode ont été recueillies dans la pire des situations pédagogiques possibles :

Intervention de la méthode :

sur une partie limitée du programme, dans une seule discipline (aucune potentialisation d'effets n'est possible) ;

en fin de scolarité (les attitudes ont été fixées bien avant) ;

dans une classe d'examen (où la seule motivation

objective de poids est le succès à l'examen).

L'ensemble de ces considérations, malgré le caractère encore limité de l'objectivation des résultats, nous incitent à juger positivement les potentialités de la méthode proposée.

### **Rénover du « sommet » ou de la « base » ?**

La « méthode » d'enseignement proposée est déjà l'œuvre collective d'un grand nombre. Mais elle est de plus conçue de manière à pouvoir évoluer sans cesse afin de devenir la réalisation commune d'un plus grand nombre encore.

En résumé cette procédure de rénovation à partir de la base présente l'avantage :

de définir des objectifs plus féconds que ceux définis au sommet (accent sur les méthodes d'enseignement et non, quasi exclusivement, sur les programmes) ;

de partir de l'expérience quotidienne vécue dans la classe et de ce fait, ne prendre pour base que des contenus de programmes d'ampleur et de niveau raisonnable (et non démentiels) ;

de donner naissance à une œuvre non pas sacrée et appelée de ce fait à être figée à son tour, mais perfectible, sans cesse évolutive, et, par son caractère modulaire, d'un emploi très souple, restant compatible avec l'autonomie pédagogique du professeur ;

de concerner directement chaque enseignant de sciences physiques en l'associant personnellement à une œuvre collective de rénovation de la pédagogie (et inévitablement, mais en corollaire seulement, à la rénovation des contenus) ;

de former élégamment les professeurs sur le plan pédagogique car la pratique de l'expérimentation, la nécessaire clarification des objectifs et protocoles, la collaboration active avec un psycho-pédagogue et un statisticien, constituent une formation pédagogique autrement efficace qu'un enseignement théorique de pédagogie (qui au demeurant n'est même pas dispensé !) ou un enseignement de plus de contenus rénovés baptisé « recyclage ».

### **Notre rêve**

Qu'il nous soit permis, à notre tour, de rêver notre réforme.

Une telle décentralisation de la rénovation pédagogique au niveau d'un grand nombre de couples « Académie-Université » impliquerait directement un grand nombre d'enseignants et transformerait notre pays en un vaste chantier pédagogique dont il serait permis d'espérer une certaine efficacité liée à un enthousiasme non négligeable.

Ce rêve nous séduit plus que l'image d'un chantier situé au sommet de l'Olympe, ne travaillant qu'au niveau des programmes, et faisant appliquer, par Académie(s) pilote(s) interposée(s), les fruits de ses travaux, au menu peuple des enseignants.

### **Les conditions d'une rénovation généralisée**

Il y a souvent plus d'imagination et de potentiel dynamique « à la base », si on la dote d'un minimum de moyens (décharges partielles de service et crédits), qu'une conception technocratique et hiérarchisée de la rénovation pédagogique ne saurait l'admettre. A moins qu'il ne s'agisse d'un problème de coût : une rénovation « au sommet » et « sur le papier » est sans doute moins coûteuse à court terme qu'une rénovation profonde, décentralisée et collective.

Mais que coûte à long terme une réforme manquée ?

Les procédures de rationalisation des choix budgétaires ne commanderaient-elles pas d'investir plus

au départ en vue d'obtenir à terme un rendement global qui ne serait plus dérisoire?

Un budget décent de rénovation (décharges partielles de service au niveau des Académies et Universités, crédits de fonctionnement) serait une condition nécessaire.

Pour devenir suffisante, il manquerait une option politique claire en faveur de cette décentralisation de la rénovation, une rupture avec l'habitude de rénover à partir « du sommet ». En dernier lieu il suffirait de trouver au niveau des Académies et Universités les « locomotives » susceptibles d'entraîner au niveau local, l'éclosion du potentiel d'expérience et d'imagination qui y est disponible et prévoir une simple coordination de ces activités au niveau national.

### La place des centres de formation professionnelle des maîtres dans la rénovation générale

La création de véritables centres de formation professionnelle des maîtres, auxquels seraient précisément attribués les moyens d'animer cette recherche décentralisée de la rénovation, constituerait la solution générale la plus simple. En effet seraient ainsi liés la formation initiale, la formation permanente des maîtres, la pratique pédagogique du second degré, le niveau universitaire, donc élevé, des contenus et procédures, et la recherche appliquée en matière de rénovation pédagogique.

De plus, située à ce niveau, la rénovation aurait une chance non nulle de devenir pluridisciplinaire, tandis que située au niveau d'I.R.E.M., I.R.E.S.P. ou d'I.R.E.X., elle reste monodisciplinaire ou ne devient bidisciplinaire (mathématiques-sciences physiques par exemple) que par affadissement du lot des idées pédagogiques disponibles dans la monodiscipline ou du fait des attaques émanant des disciplines extérieures.

### Fausse réforme ou réforme manquée

La rénovation de l'enseignement des sciences physiques, au sens rénovation des méthodes aussi et non pas

seulement des contenus, au sens rénovation pluridisciplinaire lorsqu'elle est possible, au sens rénovation avec et par les enseignants et non changement superficiel imposé et suivi, cette seule vraie rénovation aura lieu à partir de la base ou elle n'aura pas lieu.

Les enseignants sont fatigués des fausses réformes et des réformes manquées.

### Conclusion sommaire sur cette expérience

Cessons de traiter les enseignants en débiles ou en mineurs. Confions, sur la base du minimum de moyens nécessaires, à leur capital d'expérience et d'imagination, le soin de penser, expérimenter et généraliser une réelle rénovation.

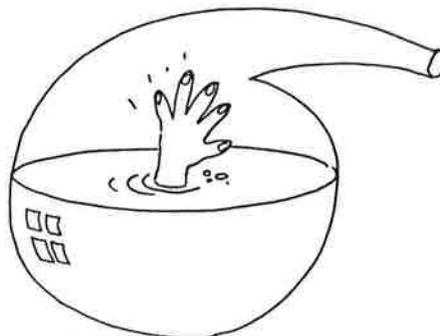
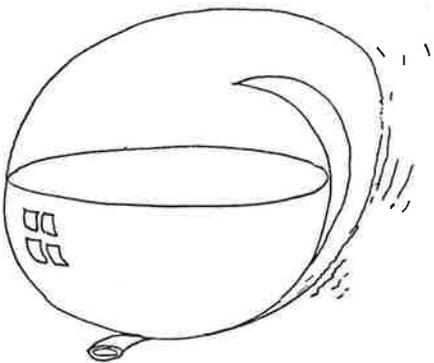
Le travail réalisé par le Groupe de Recherche sur l'Enseignement des Sciences Physiques de l'I.P.E.S. Sciences, dans le cadre de l'Université et de l'Académie de Poitiers a eu pour ambition de démontrer, dans un cadre volontairement limité pour rester précis, que cette procédure est applicable et qu'elle conduit à des résultats parfaitement acceptables. En particulier la dimension psycho-pédagogique développée délibérément dans cette réalisation permet à ce travail d'être largement compétitif avec d'autres projets, étrangers en particulier, incomparablement plus ambitieux quant à l'ampleur du programme de chimie.

La parole est à l'opposition...

P.S. : Avant d'adresser à la Rédaction de l'Actualité Chimique une lettre vengeresse en réponse à cet article, nos honorables correspondants sont invités à demander à l'I.P.E.S. Sciences de l'Université de Poitiers les deux dossiers cités, relatifs à une description plus complète de cette expérience (les références des dossiers et l'adresse de l'I.P.E.S. Sciences sont indiquées p. 3). Ces dossiers permettent de prendre connaissance, avec plus de détails, des procédures suivies.

Nos correspondants les plus agressifs et dotés des plus solides préjugés hostiles, ne regretteront pas la peine qu'ils prendront à cette lecture : ils y puiseront bien des arguments objectifs en faveur de leur opposition puisque les membres du Groupe de Recherche sur l'Enseignement des Sciences Physiques ont tenu à noter eux-mêmes les nombreux aspects qui rendent difficile et discutable la validation de leur travail.

## CORNUES DE ZAU



### **Recherche Développement Appareils Produits nouveaux**

#### **La découverte d'un pesticide est aussi ardue que celle d'un médicament**

La recherche et le développement d'un nouveau moyen de lutte agrochimique sont aussi délicats, longs et coûteux que la mise au point d'un nouveau médicament. Telle est la conclusion d'un symposium qui s'est tenu récemment en Angleterre. En effet :

- a. le pourcentage des chiffres d'affaires affectés à la recherche et au développement est de 10 % environ dans l'agrochimie (10 à 11 % dans l'industrie pharmaceutique),
- b. le nombre des composés chimiques étudiés pour obtenir éventuellement un produit utilisable est en moyenne de 7 430 dans l'agrochimie (6 à 7 000 dans l'industrie pharmaceutique),
- c. le temps s'écoulant entre la découverte d'une substance et sa commercialisation est de 6,5 ans pour un produit agrochimique (7 ans pour un médicament),
- d. le coût moyen de la recherche et du développement d'un nouveau produit agrochimique est de 5,5 millions de dollars (1970) et celui d'un produit pharmaceutique de 7,5 millions de dollars.

L'industrie chimique privée est pratiquement seule à supporter les frais de recherche et de développement de nouveaux insecticides et produits agrochimiques. Ce n'est donc pas sans inquiétude que l'on a entendu dire à Bangkok, lors du séminaire interdisciplinaire organisé par la F.A.O. (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et

l'agriculture), que certaines importantes entreprises s'interrogent pour savoir si elles vont poursuivre leur activité dans ce secteur.

De leur côté, les spécialistes en agriculture présents au séminaire ont réaffirmé que les moyens agrochimiques demeurent la meilleure arme pour l'accroissement des récoltes, détruites à 30 % à l'échelle mondiale par divers prédateurs. Ils ont souligné que, dans les pays en voie de développement, cette proportion est plus élevée et dépasse 50 % dans la culture du coton lorsque les traitements appropriés ne sont pas effectués. Et il ne faut pas oublier non plus le rôle important que jouent les pesticides dans la prévention des épidémies. Un expert de la F.A.O., insistant sur le sérieux de la situation, a lancé un appel pour que l'industrie mondiale des produits antiparasitaires mette au point rapidement de nouvelles substances. « L'opération sera coûteuse et rapportera peu aux entreprises; mais il s'agit-là d'un véritable service public auquel l'industrie ne se refusera certainement pas », a-t-il conclu.

#### **L'environnement, notre souci**

« La qualité de l'air du Fricktal est encore très bonne; si bonne qu'on éprouve certaines difficultés, même avec les appareils les plus modernes, à obtenir des mesures quantifiables d'une éventuelle pollution ».

Telle est la conclusion que tirent les spécialistes après un an d'exploitation du système d'analyse permanente de l'air à Stein-Laufenbourg (Argovie, Suisse) mis en place par les trois industries chimiques installées dans la région. Les 9 stations de contrôle de l'air

réparties dans la contrée (selon les indications des autorités) et reliées à un ordinateur central ont procédé en douze mois à 5 millions et demi de mesures atmosphériques diverses; toutes les 30 minutes, soit 157 680 fois en un an, ces stations ont fourni le relevé de la teneur de l'air en SO<sub>2</sub> qui se dégage lors de la combustion du soufre contenu dans les mazouts.

Les quantités mesurées furent, comme on s'y attendait, très faibles. Ainsi, durant le 2<sup>e</sup> trimestre 1973, la moyenne des indications recueillies donnait une teneur de l'air en SO<sub>2</sub> de moins de 0,025 milligrammes par mètre cube d'air (tolérance de la commission fédérale de l'hygiène de l'air : 0,77 milligrammes).

Les plus fortes teneurs en SO<sub>2</sub> ont été relevées durant les mois d'hiver par les stations de mesure placées près des agglomérations, où l'air est pollué par les gaz de combustion des chauffages domestiques.

Jusqu'ici, on n'a pas pu imputer aux centrales énergétiques des industries chimiques une influence sur la qualité de l'air de la région. Cela provient du fait que ces installations sont constamment surveillées et entretenues et que les gaz de combustion s'échappent par de hautes cheminées d'évacuation.

Ces données, qui continueront à être recueillies, ont déjà permis de déterminer scientifiquement quelle est la situation de l'air du Fricktal en ses divers sites et d'évaluer les possibilités d'une extension future de l'industrialisation de la région. Grâce aux mesures effectuées, notamment dans le domaine météorologique, on connaît maintenant avec précision les dispositions techniques qu'il conviendrait de prendre en cas de situation critique pour prévenir à temps une teneur anormale de l'air en anhydride sulfureux du fait des immissions en provenance des usines; en revanche, il ne peut être question d'intervenir contre les pollutions provoquées par les agglomérations de la région.

Les investissements dans cette installation de surveillance de l'air se sont élevés à plus d'un million et demi de francs suisses et les coûts d'exploitation (sans les amortissements) ont été de 135 000 francs pour la première année.

L'infrastructure nécessaire a été réalisée par E.D.F., elle comporte notamment un pylône de 25 mètres et une baraque d'observation pour la protection du personnel et des appareillages de mesure.

La méthode employée pour la première fois à partir d'une station terrestre consiste à déclencher un éclair à un instant connu et de le faire tomber à un endroit choisi et

convenablement équipé. Pour ce faire, on envoie vers les nuages d'orage des petites fusées reliées au sol par un mince fil métallique qui sera vaporisé par le passage du courant. Ce procédé a été mis au point par le Laboratoire d'applications spéciales de la physique du Centre d'Études Nucléaires de Grenoble.

Le but poursuivi par E.D.F. est d'améliorer la protection des lignes de transport contre la foudre; l'éclair est déclenché sur le pylône sur lequel sont mesurés les paramètres à connaître : courant, tension, forme d'onde.

Le programme réalisé par la Direction de la physique du C.E.A. est orienté vers l'étude des propriétés physiques de la foudre, dont certaines sont encore très mal connues. Pour cela, l'éclair est attiré sur le sol pour lui permettre d'interagir avec les matériaux qu'il rencontre habituellement dans la nature. Un des buts ultérieurs est d'améliorer les dispositifs actuels de protection ou d'en concevoir de nouveaux.

Les tirs ont eu lieu alternativement sur le pylône E.D.F. et sur le dispositif C.E.A. Après les délais de mise au point, les tirs efficaces ont commencé à la mi-juillet.

Malheureusement, la saison a été peu orageuse. Au total

12 déclenchements ont été obtenus, 5 au sol et 7 sur le pylône. 2 éclairs sur le pylône ont atteint des intensités importantes : 12 et 20 kiloampères. Les autres n'ont pas dépassé quelques centaines d'ampères. Les prises de vues cinématographiques ont donné des informations sur la durée du phénomène (0,1 à 1 seconde), sur le mode d'amorçage (propagation lente de bas en haut), sur le diamètre du canal lumineux et sur les déformations consécutives à des instabilités de nature encore inconnue. Dans tous les cas, on constate qu'à la fin de la décharge le canal se scinde en un chapelet de globules lumineux restant visibles pendant quelques dixièmes de secondes. Il est prématuré d'affirmer que cette observation présente un rapport avec le phénomène de la foudre en boule, mais il sera intéressant d'explorer cette voie au cours des prochaines campagnes.

La campagne 1973 a eu un caractère exploratoire qui a permis de

démontrer la validité du procédé de déclenchement.

Une nouvelle campagne est prévue pour 1974 avec la collaboration d'E.D.F. et un équipement de mesures amélioré.

---

### Nouveau produit contre la corrosion

La compétence acquise par le C.E.A. dans le domaine des études de corrosion lui permet de travailler pour des secteurs très divers de l'économie. Ainsi, à la suite d'une demande de la Compagnie Industrielle de Filtration et d'Équipement Chimique (C.I.F.E.C.) le Service d'étude de la corrosion et d'électrochimie du C.E.A. a mis au point un inhibiteur de corrosion destiné à la protection des circuits de chauffage ou de refroidissement. Les résultats obtenus dans l'eau à 90 °C et en présence d'oxygène (conditions défavorables) ont montré que l'inhibiteur permet de réduire à une valeur négligeable la corrosion généralisée de l'acier au carbone et qu'il ne provoque aucune attaque localisée du métal. En outre, le produit s'est révélé le plus souvent favorable pour le comportement des autres matériaux métalliques rencontrés sur les circuits hydrauliques : alliages d'aluminium, bronze, cuivre, étain, zinc, brasures.

L'introduction de l'inhibiteur dans une très importante installation de climatisation, déjà fortement endommagée, a permis de sauver l'ensemble du circuit en arrêtant pratiquement l'attaque de l'acier. Le produit chimique proposé apporte donc un ensemble de propriétés et d'avantages incontestables. Les résultats de laboratoire et ceux de l'exploitation industrielle ont révélé l'excellente efficacité du produit et le champ d'application très large qu'il peut couvrir. Non toxique et d'une grande sécurité d'emploi, il est susceptible de s'adapter facilement à différents types de circuits fermés et devrait ainsi contribuer à augmenter la fiabilité de certaines installations.

La Société C.I.F.E.C. est chargée d'assurer la distribution de ce nouveau produit.

---

### Voir les ultrasons

Si l'homme ne peut toujours pas les entendre, il peut maintenant les voir. En utilisant un matériel optique de très haute qualité, M. Joseph Godo, de la Société Réalisations Electroniques de Meaux, est parvenu à mettre au point une technique rendant visible, en couleurs, l'émission de faisceaux ultrasonores. Il lui a été possible

---

### Expériences sur la foudre

Au cours de l'été 1973, l'E.D.F. et le C.E.A. ont lancé en commun un programme d'expérience sur la foudre. Le lieu choisi est une commune de la Haute-Loire, Saint-Privat-d'Allier.



Voir les ultrasons.

Faisceau ultrasonore diffracté par un réseau acoustique.

Photo M. Godo. Réalisation Ultrasonic.



Voir les ultrasons.

Faisceau ultrasonore diffracté par un réseau acoustique après passage par une lentille acoustique.

Photo M. Godo. Réalisation Ultrasonic.

également d'expérimenter des techniques variées de visualisation et d'obtenir l'image du faisceau sous forme négative ou positive.

Si l'application en est relativement compliquée, le principe de cette visualisation est simple; il repose sur l'observation suivante: lorsqu'un faisceau lumineux traverse perpendiculairement un faisceau ultrasonore, ce dernier provoque la diffraction de la lumière, il est alors possible grâce à un appareillage approprié, d'obtenir sur un écran ou une plaque photographique une image des phénomènes ultrasonores. En utilisant un film Kodak Ektachrome-X, le Dr Godo a pu fixer une image fidèle du phénomène (Photos page 29).

Ces résultats seront précieux pour les sociétés qui fabriquent des lentilles acoustiques et qui pourront ainsi vérifier la perfection de leurs produits. Ce procédé permettra également d'étalonner les sondes ultrasonores. Enfin, il est possible qu'il trouve son emploi dans le domaine médical où l'on utilise des faisceaux ultrasonores, dont il faut connaître la forme, pour les traducteurs donnant les diagnostics médicaux.

### Un nouveau procédé dans le traitement de l'eau: l'osmose inverse

Ce processus très nouveau a pu être mis en œuvre par la Société PERMO\* en collaboration technique très étroite avec la Société Du Pont de Nemours. C'est un traitement physique de l'eau qui permet de réaliser en une seule opération son épuration sur les plans physique, chimique et bactériologique. Il met en œuvre des membranes semi-perméables en nylon au contact immédiat desquelles l'eau brute à épurer admise sous pression abandonne plus de 90-98 % de ses sels minéraux et la quasi totalité de ses éléments physiques et organiques.

Ce procédé est appelé: osmose inverse, car il résulte de l'application inverse du phénomène naturel de l'osmose.

Le phénomène d'osmose se traduit par le passage de l'eau pure vers l'eau salée si celles-ci sont dans un même récipient, mais séparées par une membrane semi-perméable, il en résulte une élévation du niveau de l'eau salée et cette colonne d'eau exerce une pression sur la membrane semi-perméable qui arrive à la fin à arrêter totalement le passage de l'eau pure.

La valeur de cette pression qui est proportionnelle à la teneur en sels

minéraux de l'eau salée est appelée « pression osmotique » de cette solution.

Si une pression mécanique supérieure à la pression osmotique est exercée sur l'eau salée dans le même récipient avec la même membrane semi-perméable, l'eau salée produit de l'eau pure: c'est le procédé d'épuration par osmose inverse.

C'est un très grand progrès dans le domaine de l'épuration des eaux car:

1. Là où plusieurs procédés étaient nécessairement mis en œuvre pour épurer l'eau physiquement, chimiquement et bactériologiquement, ces trois opérations sont réalisées en une seule par l'osmose inverse.

2. Au contraire des procédés classiques qui doivent être interrompus dans leur production pour être régénérés (résines) ou décolmatés (filtres); etc..., le procédé d'épuration par osmose inverse permet une production d'eau pure 24 h sur 24.

L'eau brute qui alimente les fibres semi-perméables les débarrasse en permanence, sous forme d'un faible rejet, des bactéries, sels, impuretés qui se concentrent au contact immédiat de la membrane.

3. La salinité des eaux à épurer n'est pas un obstacle pour ce procédé qui, au choix suivant l'appareil retenu, peut épurer des eaux ayant des salinités comprises entre 1 et 35 000 mg/l (eau de mer).

4. Insensibles aux bactéries les membranes semi-perméables sont très résistantes chimiquement et permettent de traiter des eaux acides, alcalines ou neutres (pH 4 à pH 11).

5. Le procédé d'épuration par osmose inverse en offrant la possibilité de faire varier la quantité d'eau chargée en sels, bactéries, etc... qui sera rejetée à l'égout, permet d'adapter le procédé aux variations de la qualité chimique de l'eau brute.

6. Si sa mise en œuvre doit être réalisée par une société spécialisée à cause des impératifs techniques liés à la nature de l'eau, son exploitation est, à l'inverse, très simple et sa conception ne nécessite qu'un temps très réduit de la part du personnel chargé de suivre l'installation.

### Nouveaux photomètres colorimétriques

Trois nouveaux photomètres destinés aux analyses colorimétriques de routine des laboratoires cliniques et industriels ont été mis au point par Vitatron Scientific BV. Ils sont tous dotés des mêmes systèmes d'optique et d'échantillonnage; seuls les systèmes de sortie (en option) diffèrent.

L'appareil le plus simple a une lecture linéaire en unités de transmission. Le

plus complexe donne un affichage numérique direct de la concentration avec sorties externes analogiques et numériques pour utilisation dans les appareils d'enregistrement, les imprimantes et les ordinateurs. Le dosage cinétique d'enzymes peut être effectué à 340 nm, 405 nm et autres longueurs d'onde en utilisant un adaptateur thermostaté de cuvettes et un enregistreur. Un adaptateur universel permet l'utilisation de nombreux types de cuves dont les micro-cuves et les cuves à flot continu. La source de lumière standard est une lampe au tungstène, avec en option une lampe à iode quartz pour les analyses demandant une intensité de lumière plus forte située entre 330 et 400 nm. Un stabilisateur de courant évite les recalibrages fréquents. La détection se fait grâce à deux cellules photoélectriques séparées sélectionnées par une manette. Ces cellules couvrent les longueurs d'onde de 330 à 620 nm et 620 à 1000 nm. Un hacheur leur présente un signal en courant alternatif, éliminant toute interférence des courants sombres ou de lumière diffuse. En conséquence le réglage sur le coefficient de transmission 0 % n'est pas nécessaire. En général les commandes sont aussi simples et aussi peu nombreuses que possible.

L'appareil le plus simple, Type U.P.S., a une échelle sur fond réfléchissant (pour éliminer les erreurs dues au parallaxe) longue de 137 mm; il est calibré de façon linéaire pour la transmission et logarithmique pour la densité optique. Il a également une sortie externe analogique. L'appareil peut être utilisé seul ou avec un enregistreur ou une imprimante. Précision  $\pm 1\%$ .

Le second appareil, Type U.P.M., a une échelle de 137 mm donnant des lectures linéaires de la transmission et de la densité optique. Cinq échelles sont sélectionnées par une manette, les échelles élargies étant particulièrement utiles pour mesurer les concentrations faibles et évaluer l'activité des enzymes. Précision  $\pm 1\%$ . Une sortie externe analogique permet l'utilisation d'imprimantes numériques ou l'incorporation dans des systèmes d'échantillonnages automatiques.

Le troisième appareil, Type D.C.P., comporte une unité arithmétique et donne une lecture linéaire de la transmission, de la densité optique ou de la concentration. Il possède un affichage numérique à 4 chiffres avec virgule décimale flottante. Un seul bouton choisit le type et la portée de la lecture. Le facteur de conversion entre les unités de D.O. et de concentration peut être ajusté de façon continue entre 0,1 et 2000 et peut être affiché pour la lecture. Des unités externes analogiques ou décimales binaires sont fournies, ces dernières donnant accès

\* Permo, 9, rue d'Estienne-d'Orves, 92500 Rueil-Malmaison, tél. : 977.02.50.

direct aux systèmes informatiques. Précision  $\pm 5\%$  ou  $\pm 1$  chiffre. Pour informations supplémentaires s'adresser à : M. J. C. Maas, Vitatron Scientific BV, P.O. Box 76, NL 6210 Dieren, Pays-Bas. Téléphone : (08330) 90 10 Téléc : 45058.

### **Contrôle de poids à grande vitesse pour les industries alimentaire, chimique et pharmaceutique**

Le nouveau contrôleur de pesée « Checkweigher TS 1 » de Goring Kerr peut, en moins de 200 millisecondes, et avec une précision de  $\pm 0,5\%$  peser des produits alimentaires préalablement emballés, acheminés par une bande transporteuse à une vitesse pouvant atteindre 80 m/mn. Ce dispositif rejette les paquets d'un poids supérieur ou inférieur au poids voulu et enregistre le nombre de paquets de chaque catégories : poids correct, insuffisant, exagéré. L'emploi de cet appareil convient pour des produits dont le poids se situe entre 1 g et 2 kg ; il existe cependant des plateaux de plus grande capacité pour emballages dont le poids peut atteindre 4 kg et dont le transport se fait plus lentement.

Le fabricant, Goring Kerr Ltd., de Windsor, Berkshire, Angleterre, produit deux types d'appareil : l'un pour bandes transporteuses travaillant à la vitesse maximale de 45 m/mn et l'autre pour bandes pouvant travailler de 45 à 80 m/mn. (Il s'agit respectivement des modèles TS 1/S et TS1/F.) Il existe également une version entièrement étanche de chacun de ces modèles : le TS1/SW et le TS1/FW.

Tous les modèles du Checkweigher TS1 fonctionnent sous alimentation électrique de 400/440 V triphasée (consommation : 400 W) ; les dimensions hors tout sont 850 mm en hauteur, 760 mm en largeur et 500 mm en profondeur. Les équipements annexes comprennent une « bande accélératrice » qui présente les paquets sur la bande transporteuse de l'appareil à la bonne vitesse et un « enregistreur de tendance » qui émet une alarme ou commande des dispositifs de correction lorsque l'appareil a enregistré un nombre déterminé de paquets de poids incorrect.

Pour tout renseignement complémentaire, s'adresser à : Goring Kerr Limited Hanover Way, Vale Road, Windsor, Berkshire, Angleterre. Téléphone : Windsor 69351 Téléc : Metlokate Windosr.

### **Un nouveau spectrophotomètre pour l'examen de particules solides**

Gunson's Sortex (Mineral and Automation) Ltd., a réalisé un nouveau

spectrophotomètre spécialisé permettant de déterminer la réflectance de surface de particules irrégulières isolées pouvant avoir jusqu'à 20 mm de diamètre. On peut faire pivoter la particule examinée de manière à obtenir 30 examens par révolution. L'appareil utilise 11 filtres couvrant les longueurs d'onde comprises entre 400 et 1 500 nm. Les mesures sont indiquées soit par un compteur, soit par un enregistreur à bande. Les valeurs de réflectance sont exprimées sous forme du pourcentage de la réflectance d'une plaque de référence en céramique blanche. Ce spectrophotomètre est principalement destiné à déterminer si les particules minérales broyées d'un agrégat premières impures peuvent être améliorées par triage optique des couleurs, ainsi qu'à choisir les filtres utilisables à cette fin et à décider si l'importance de la décoloration d'une particule est tolérable ou non. Pour plus amples informations, veuillez vous adresser à : Gunson's Sortex (mineral and automation) LTD., Hyde Industrial Estate, The Hyde, Londres, NW9 6PX, Angleterre. Téléphone : 01-205 8121 Téléc : 922812.

### **La chimie de la douceur... un phénomène bientôt explicable?**

Comment se fait-il qu'une minuscule pastille d'un édulcorant artificiel produise, dans une tasse de café, le même effet gustatif qu'un morceau de sucre ?

En fait, les chimistes savent depuis longtemps que certaines substances « plus royalistes que le roi » ont un goût bien plus « sucré » que le sucre lui-même.

Si l'on a pu isoler de tels composés chimiques et si certains d'entre eux sont même utilisés comme édulcorants synthétiques prescrits dans certains régimes alimentaires, on sait encore très peu de chose sur la façon dont la sensation « sucrée » se produit au niveau de la langue.

On présuppose que les molécules de la substance sucrée interagissent très vraisemblablement avec des cellules-récepteurs, situées quelque part sur les papilles gustatives. Mais où ce contact se produit-il ? C'est sur ce point que les avis des spécialistes, jusqu'à présent, étaient les plus partagés.

« Jusqu'à présent », car une découverte récente risque brusquement de les mettre d'accord : elle permet de supposer qu'il s'agit d'un phénomène de surface, la réaction « sucrée » se produisant à l'extérieur de la membrane des cellules-récepteurs.

Un chimiste américain, Robert Cagan, vient de mettre en évidence les

propriétés édulcorantes de deux protéines extraites de fruits tropicaux. Appelées monelline et thaumathine, ces deux macro-molécules, sont au moins 30 000 fois plus « sucrées », assure-t-il, que le sucre lui-même.

Ce n'est pas cette propriété étonnante qui présente le plus d'intérêt, mais plutôt la nature elle-même des protéines. Il s'agit en effet de grosses molécules formées de plusieurs centaines d'acides aminés. « Trop grandes en tout cas, de l'avis du chercheur américain, pour pouvoir pénétrer à l'intérieur de la membrane. Ce qui oblige à en déduire que le mécanisme chimique de la « gustation » se produit bien à la surface extérieure des cellules. »

Ces deux protéines « sucrées » devraient constituer un instrument de recherche fort utile et permettront peut-être d'élucider le mécanisme du goût.

On peut noter qu'une troisième protéine, la miraculline, également étudiée par Robert Cagan, a révélé une faculté étonnante : bien que non sucrée par elle-même, cette substance est capable de transformer un goût acide en un goût sucré...

Encore une découverte de la chimie qui ne va pas manquer d'intriguer plus d'un chercheur, et de toucher, à plus ou moins long terme, l'ensemble des consommateurs.

François Noiret

### **Une molécule nouvelle dans Orion**

Depuis que les astronomes se sont aperçus que le vide interstellaire n'était en réalité pas si vide que cela, on y a identifié pas moins de 22 composés chimiques différents. Le dernier en date vient en effet d'être détecté dans la constellation d'Orion. Il s'agit du monoxyde de soufre, dont la présence a pu être mise en évidence à l'aide du télescope de Kitt Peak en Arizona, par les deux chercheurs américains, Carl Gottlieb et John Ball.

Cette molécule, la cinquième à base de soufre qui ait été identifiée dans l'espace interstellaire est la première découverte nouvelle dans ce domaine après plus d'un an de « calme plat » en astrochimie.

Rappelons que parmi les composés chimiques interstellaires répertoriés jusqu'à présent figurent l'eau, le dioxyde de carbone et la formaldéhyde, autant de composés qui, si l'on en croit les théories modernes, auraient joué un rôle déterminant dans l'apparition de la vie. On peut penser que l'arsenal chimique du « vide » interstellaire est probablement loin d'être entièrement répertorié...

## La vitamine C diminuerait les effets cancérigènes de certains produits

La vitamine C pourrait jouer sous peu un nouveau rôle important dans la conservation des aliments. Des recherches, encore en cours notamment à Bâle, ont montré que, ajoutées en quantités relativement plus importantes que jusqu'ici (jusqu'à 1000 ppm) à certains aliments, l'acide ascorbique (vitamine C) prévient sensiblement et empêche peut-être complètement la formation de nitrosamine, substance reconnue comme cancérigène qui se développe dans certaines conditions dans les aliments.

Sur la base de ces recherches, les autorités américaines seraient sur le point d'imposer l'addition de vitamine C à tous les produits alimentaires destinés à être conservés un certain temps, en particulier au « bacon ».

## L'arôme du café : 900 composants

L'arôme du café est le fait de quelque 900 substances, dont on connaît aujourd'hui 390 éléments et dont 500 environ n'ont pas encore pu être identifiés. Cette connaissance des molécules aromatiques, dont la complexité est immense, n'a été rendue possible que grâce au perfectionnement des méthodes d'analyses utilisées par les aromaticiens. Lors d'une récente journée d'orientation organisée par le groupement suisse de l'industrie des arômes, le Dr. Max Winter (Genève) a précisé qu'en 1920 on ne connaissait que 20 constituants du goût du café; on en avait trouvé 100 en 1960, 300 en 1967 et 390 en 1972. Cette activité de recherche est intense, notamment à Genève, centre mondial de l'industrie des arômes et parfums, pour connaître toujours plus intimement la structure chimique des arômes afin de pouvoir les reconstituer aussi fidèlement que possible par voie de synthèse.

## Pour économiser l'essence : le vélo de 7,5 kg

Une bicyclette entièrement en matières plastiques, à l'exception des patins de freins et du tendeur, va être lancée sur le marché américain. Grâce à l'utilisation de polycarbonates pour la fabrication du cadre et d'autres éléments de ce vélo, le poids n'en est plus que de 7,5 kg (contre 12 à 15 kg pour une fabrication en métal). Voilà un véhicule qui devrait avoir un grand succès d'autant plus que son prix de vente devrait être relativement bas; mais il faudra sans doute attendre que le marché américain soit saturé (9 millions de vélos vendus par an aux

U.S.A.) pour que ce modèle franchisse l'Atlantique.

## La pétrochimie, base de la chimie moderne

Une récente étude montre que plus de 5 % de la production mondiale de pétrole, c'est-à-dire 115 millions de tonnes par an, sont affectés à des utilisations chimiques; cette forme d'emploi devrait atteindre 250 millions de tonnes par an en 1980. Ceci explique que le pourcentage des produits organiques fabriqués à partir du pétrole et des gaz naturels ait augmenté largement depuis vingt ans. On donne les chiffres suivants (à l'exclusion de l'Europe orientale, l'U.R.S.S. et la Chine) : 44 % en 1950 pour une production totale de 7,5 millions de tonnes, 64 % en 1960 pour 20,5, et 90 % en 1970 pour 67,5 millions de tonnes.

## L'industrie chimique mondiale occupe 3,8 millions de personnes

Dans le monde, 3,8 millions de personnes sont occupés dans l'industrie chimique, dont 2 millions travaillent en Europe occidentale, 1 million aux États-Unis et 500 000 au Japon.

## Les produits chimiques : 7 % du commerce mondial

Une étude du Gatt sur le commerce mondial en 1971 fait apparaître que les échanges internationaux les plus importants concernent les machines (83,2 milliards de dollars), suivis par les produits alimentaires (51 milliards), les carburants et combustibles (36,6 milliards), les véhicules à moteur (27 milliards).

Les produits chimiques viennent en 5<sup>e</sup> position (24,3 milliards de dollars) devant les textiles et les souliers (21,4 milliards), les matières premières non minérales (19,4 milliards), les fers et métaux (17,7 milliards), etc. Les produits chimiques représentent ainsi 7 % des échanges mondiaux dont le total est chiffré à 346,2 milliards de dollars.

## Nouvelles des Communautés européennes

Le thiabendazole, agent conservateur de denrées alimentaires, pourra continuer à être utilisé jusqu'à une dose de 6 mg/kg dans le cas des agrumes et 3 mg/kg dans celui des bananes, si le Conseil de ministres des Communautés européennes suit la proposition que vient de lui transmettre la Commission européenne. Cependant des recherches en cours montrent

qu'à un stade ultérieur la dose de 10 mg/kg serait souhaitable dans certains cas pour obtenir une protection plus efficace.

## Biodégradabilité des détergents.

Le Conseil des Communautés européennes vient d'adopter deux directives sur la biodégradabilité des détergents. La première interdit la mise sur le marché européen de détergents dont le taux moyen de dégradabilité est inférieur à 90 %. La seconde directive indique les méthodes de contrôle de la biodégradabilité des agents de surface contenus dans les détergents. Deux méthodes de contrôle communautaire ont ainsi été fixées. En cas de contestation, il sera fait appel à une méthode de référence qui reprend la méthode de confirmation établie par l'O.C.D.E.

Il convient de souligner l'importance de ces mesures : en effet, aucun organisme international n'avait osé fixer officiellement un niveau de biodégradabilité aussi élevé. A l'exception d'un « gentleman's agreement » en vigueur au Royaume-Uni, les niveaux indiqués dans les réglementations nationales étaient inférieurs à ce pourcentage. L'adoption de ces mesures montre que l'harmonisation communautaire s'effectue au profit des consommateurs et pour une meilleure protection de l'environnement. L'utilisation de détergents non biodégradables est en effet un facteur important de pollution des eaux. Une des manifestations les plus spectaculaires de cette pollution est la formation de couches de mousse à la surface de l'eau. Ces couches peuvent atteindre plusieurs mètres de haut et s'étendre sur des centaines de mètres, rendant ainsi difficile la navigation. Indirectement, l'emploi de ces détergents peut avoir des effets néfastes sur la santé publique (transport possible de bactéries et de virus dans la mousse), sur l'agriculture (la présence d'éléments détergents dans les eaux d'irrigation peut nuire au développement des cultures), sur l'élevage (présence de détergents dans le fourrage et l'eau destinés au bétail). Il faut encore noter que les détergents synthétiques exercent une influence défavorable sur les différentes phases du processus d'épuration des eaux et que leur emploi constitue un risque de pollution des sources et des puits.

La fixation d'un taux élevé de biodégradabilité des détergents employés dans la Communauté permettra de remédier dans une large mesure à cette forme de pollution.

## Les obligations légales pour la vente des aérosols

Partout dans le monde, les aérosols font partie aujourd'hui de la vie quotidienne,

qu'il s'agisse de la crème à raser du matin, des insecticides contre les moustiques en été, des bombes pour l'entretien facile des parquets, pour l'huile solaire, et même pour la décoration des gâteaux avec de la crème fraîche...

Jusqu'à présent, les récipients d'aérosols ont eu des formes et des tailles très différentes selon les idées de chaque fabricant. Cependant, avec le Marché commun et la libre circulation des marchandises, il est devenu nécessaire de produire des aérosols

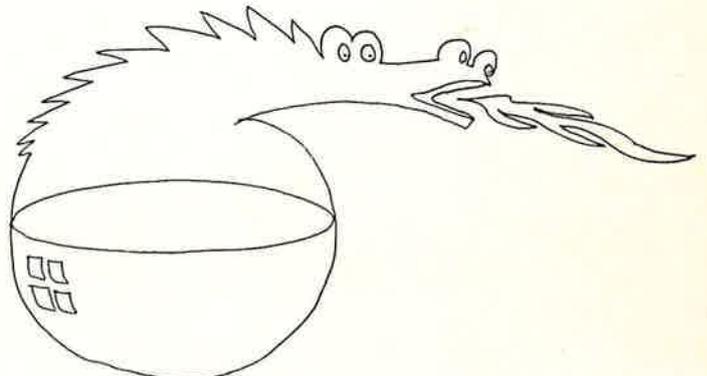
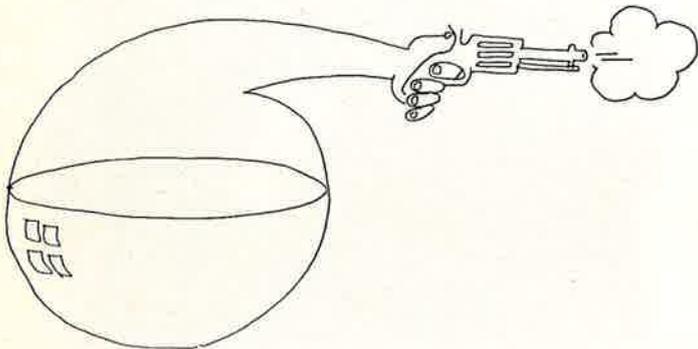
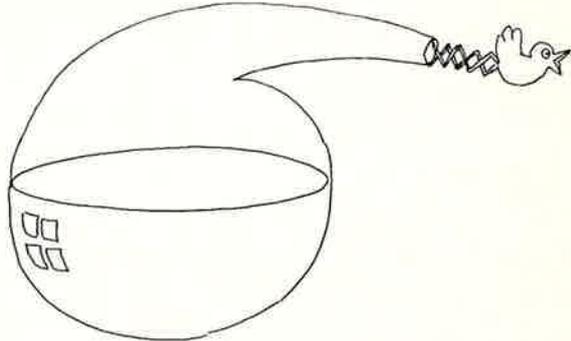
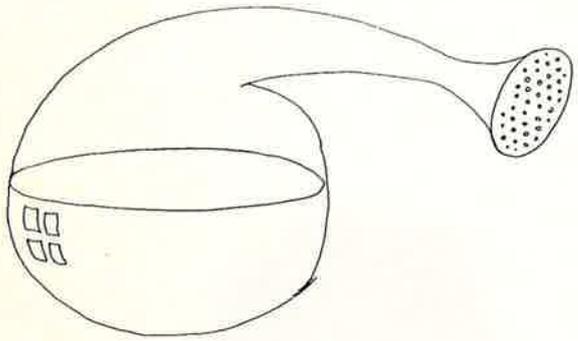
conformes à certains règlements, pour deux raisons :

D'abord, une question de sécurité : la pulvérisation d'un aérosol est due à l'action d'un gaz sous pression qui peut être dangereux si certaines précautions élémentaires de fabrication ne sont pas prises ; si les aérosols portaient un symbole communautaire de conformité, le consommateur aurait la garantie que des règles de sécurité ont été observées.

En deuxième lieu, le consommateur pourrait profiter de la baisse des prix

résultant de la production à grande échelle des aérosols dans la Communauté élargie.

Pour améliorer la sécurité du consommateur, la Commission des Communautés européennes a récemment transmis au Conseil de ministres de la Communauté un projet de directive concernant les obligations légales pour la vente d'aérosols dans la Communauté. Le Conseil vient d'entamer la discussion de cette proposition.



### Chevreur (1786-1889)



Fils d'un médecin fort estimé, Michel-Eugène Chevreur naît le 31 août 1786 à Angers où, après avoir reçu la première instruction, il fréquente à quatorze ans l'une de ces Écoles centrales de l'époque, dont on se plaît aujourd'hui encore à citer les mérites. Sa famille l'envoie trois ans plus tard à Paris, où il devient l'élève puis le préparateur de Vauquelin au Jardin des Plantes. C'est en 1803. On l'imagine assez volontiers, Eugène ne pense guère à cette date qu'il restera dans ledit établissement, dans le sillage des Cuvier, des Haüy, des Saint-Hilaire et des Jussieu, près de 90 années consécutives, dont 25 comme Directeur.

Réserve faite de quelques recherches préliminaires sans grand intérêt, c'est en 1813 que le jeune Chevreur, alors âgé de 27 ans, engage sa véritable carrière. Comment échappe-t-il, à ce moment, à la rigoureuse conscription qui sévit, lui de santé florissante et de robuste constitution, personne n'a su trop l'expliquer. Toujours est-il qu'on le trouve bonnement professeur au lycée Charlemagne et aide-naturaliste au Muséum. C'est même de 1813 à 1815, à l'époque des grands revers et de la chute de l'Empire, qu'il semble le mieux

soustrait aux vicissitudes nationales. Lorsqu'il retracera en 1902 la vie de son confrère académique, Berthelot se montrera sévère à l'égard d'une telle indifférence. *Impavidum ferient ruinae*, dit-il. Dans son impétuosité légendaire, Berthelot ne sera pas moins surpris, semble-t-il, d'un grand hommage d'affection rendu à la mémoire de Mme Chevreul, en 1866, après les déclarations publiques d'un époux affirmant avec bonhomie qu'une chasteté sans défaillance lui avait valu son exceptionnelle longévité.

Essentiellement consacrée, comme on le sait, à l'étude des corps gras, l'œuvre scientifique de Chevreul est d'une signification considérable, comptant près de 800 notes ou mémoires dont la moitié environ publiée de 1835 à 1880. On trouve une quarantaine d'écrits portant sa signature de 1835 à 1850, c'est-à-dire de 49 à 64 ans, plus de cent-cinquante entre 1851 et 1865 (65 à 79 ans) et près de deux cents de 1866 à 1880 (80 à 94 ans). Les premiers de ces travaux portent encore la marque d'un temps où l'on se bornait à distinguer les huiles fixes et les huiles volatiles, où le savon était tenu pour une combinaison de ces huiles avec un alcali.

Les recherches de Chevreul ne tardent pas à établir la notion de constance des corps naturels, c'est-à-dire l'existence d'individus chimiques purs. Elles affrontent l'idée jusque-là vague et confuse de substances seulement définies par un état physique de consistance, de fusibilité, de couleur ou de transparence. A l'opposé d'un Fourcroy pour qui les cires végétales ne sont que des huiles lentement oxydées, d'un Braconnot qui, à Nancy, envisage tout corps gras comme le mélange d'un « suif » et d'une « huile », séparables sur papier gris, Chevreul identifie vraiment un ensemble de corps représentant soit les cires, soit les suifs, soit les huiles. Il en sépare des acides particuliers dont il définit l'union avec un principe sucré déjà reconnu par Scheele, la glycérine. Il ruine la théorie laissant croire que la saponification ne fait que réarranger les graisses dans un ordre différent. Son mérite est enfin, sur un plan dogmatique, de confirmer les chimistes dans des études précises et de détail. Chevreul va de la sorte à l'encontre de nombreux débutants, peu enclins à se confiner dans l'étude d'une seule série de corps, peu soucieux de la pousser à bout. Il prêche avec entêtement le recours aux critères de pureté, aux artifices divers et minutieux de l'identification. Selon lui, la vertu de patience est la garantie et la parure de tout inventaire.

Sous des dénominations successives qui témoignent toutes de la progression de ses travaux, Chevreul isole ainsi, l'un après l'autre, l'acide palmitique et la tripalmitine, l'acide oléique et la trioléine, l'acide stéarique et la tristéarine, puis l'acide butyrique et la tributyrine, les acides caprique, caproïque, valérianique et autres congénères. Il découvre dans les calculs biliaires un alcool appelé à devenir célèbre, le cholestérol. Après avoir présenté ses résultats, en 1823, dans un ouvrage qui fait époque, *Recherches sur les corps gras d'origine animale*, il publie en 1824 ses *Considérations générales sur l'analyse organique et ses applications*. « Je crois avoir démontré, dit-il en conclusion, que la base de la chimie végétale et de la chimie animale est la détermination des principes immédiats, véritables espèces organiques... J'appelle principes immédiats les composés dont les éléments ont été unis sous l'influence de la vie, et dont on ne peut séparer plusieurs sortes de matières sans en altérer évidemment la constitution. » En un mot, Chevreul établit que les principes immédiats doivent être regardés comme les unités de la matière des êtres organisés. Par là-même il rejoint en chimiste cette notion de l'espèce qui préoccupe de façon si



Statue de Chevreul à Angers.

Photo H. Roger-Viollet

exclusive les naturalistes de son temps. « L'espèce chimique, affirme-t-il encore, est la collection des corps identiques par la nature, la proportion et l'arrangement de leurs éléments. Les variétés résultent de quelques différences dans les propriétés peu importantes. »

C'est en 1824, et tout en restant au Jardin des Plantes, que Chevreul est nommé directeur des teintures auprès de la Manufacture royale des Gobelins. Il accomplit dans ce poste soixante-et-un ans de service, à la vérité sans rôle pratique tant ses rares initiatives sont d'emblée mal vues des services techniques. C'est cependant l'occasion pour lui de s'intéresser, avec des succès inégaux, à la théorie des couleurs dont il fera la base d'un enseignement de 1826 à 1840.

Le premier point qui l'intéresse est celui du contraste, phénomène connu de tout temps et selon lequel la simple juxtaposition de deux couleurs modifie chaque composante en intensité et en nuance. Sans vouloir entrer ici dans le détail, soyons seulement surpris de voir le savant austère se pencher soudain, en la circonstance, sur la mode féminine. « Un chapeau noir à plumes, écrit-il, ou à fleurs blanches, roses ou rouges convient aux blondes... Le chapeau blanc mat ne convient qu'aux carnations blanches ou rosées... Le chapeau rose ne doit pas avoisiner la peau, mais en être séparé par les cheveux ou par une garniture blanche, ou mieux verte... Etc... » On ne sait trop si ces prescriptions furent suivies, mais on comprend assez bien que Mme Chevreul en soit restée, paraît-il, aux toilettes grises...

Le second point soulevé est celui de la définition même des couleurs, qui intéressait directement les Gobelins. Par le jeu de « cercles chromatiques », Chevreul combine deux à deux les sept couleurs du spectre solaire, ce qui conduit à 72 teintes, puis, en jouant sur les intensités,

à 14 420 tons, distribués sur 10 cercles. Tout cet échafaudage compliqué fut sans lendemain. Du jour où l'on connut les colorants artificiels, de nouvelles nuances apparurent, qui étaient sans relation avec les cercles dits chromatiques. L'évolution des théories physiques fit le reste pour condamner le système.

Parler d'essais philosophiques serait ici déplacé si l'on voulait y comprendre quelques activités annexes allant d'un examen critique de la baguette divinatoire jusqu'aux exercices des tables tournantes, fort en vogue sous Napoléon III. En toutes choses Chevreul fait preuve d'une telle sagacité qu'on l'imagine mal cédant aux fantaisies du jour. Il a la placidité d'un sage que rien n'étonne, écrit Berthelot, il ne témoigne guère à qui ou quoi que ce soit ni antipathie, ni sympathie marquées. « Il est arrêté, comme figé dans une sorte d'optimisme scientifique, hostile à tout prosélytisme, déclarant qu'il convient de ne s'étonner de rien, de tout observer et soumettre au contrôle de l'expérimentation. »

En deux circonstances, cependant, Chevreul prend à cœur de sortir de sa réserve naturelle. En 1864, d'abord, lorsqu'il assure avec vigueur la défense du Muséum, accusé d'abus et menacé d'avoir à sa tête un surintendant tiré de la famille impériale. Puis lors du bombardement de Paris qui avait arrosé d'une centaine d'obus l'enceinte du Jardin des Plantes. Pendant

l'une des courtes séances que tient alors l'Académie, Chevreul s'est déjà écrié : « Et nous sommes au XIX<sup>e</sup> siècle, et il y a quelques mois le peuple français ne se doutait pas d'une guerre qui a mis sa capitale en état de siège, qui a tracé autour de ses remparts une zone déserte ! Et il y a des universités publiques où l'on enseigne le beau, le vrai et le droit ! » En janvier 1871, il s'approche une seconde fois de la tribune pour lire la déclaration suivante : « Le Jardin des Plantes médicinales, fondé à Paris par édit du roi Louis XIII, à la date du mois de janvier 1626, devenu le Muséum d'Histoire naturelle par décret de la Convention du 10 juin 1793, fut bombardé, sous le règne de Guillaume 1<sup>er</sup> roi de Prusse, comte de Bismarck Chancelier, par l'armée prussienne dans la nuit du 8 au 9 janvier. Jusque-là il avait été respecté de tous les partis et de tous les pouvoirs nationaux et étrangers. »

Au terme d'une vie facile et heureuse, d'une carrière régulière et sans encombres, après avoir vu tour à tour disparaître les siens, ses amis, ses collègues, ses relations, jusqu'à son fidèle assistant Cloez, qui avait pourtant fait l'effort d'être nonagénaire pour succéder enfin à son maître, Chevreul s'éteint doucement le 9 avril 1889, dans sa 103<sup>e</sup> année. Pour la seule raison, a-t-on dit, que la mort est dans la condition humaine.

**Chemicus**

### **Évolution récente de l'industrie chimique française (1965-1973).**

#### **II. La stratégie de défense (1)**

**par François Guinot**

*(Chargé de recherches au C.N.R.S.)*

Au niveau de la technique, les structures de l'appareil de production de l'industrie chimique de base sont remises en cause par le passage de la carbochimie à la pétrochimie, par l'accroissement très rapide des capacités optimales, la constitution nécessaire de complexes intégrés. Dans la parachimie, la fonction essentielle de la recherche se transforme dans son coût et sa conception. Au niveau de la concurrence, la mise en place progressive de la Communauté Économique Européenne introduit un bouleversement dans les habitudes passées. La circulation accrue des produits apporte sur le marché national les productions étrangères, tandis que la disparition des frontières crée un marché tout à coup plus vaste; les sociétés américaines et européennes s'y développent déjà, par des investissements massifs. Il ne s'agit donc plus de s'associer pour produire et couvrir un espace économique étroit et protégé. Il faut maîtriser une production intégrée, jouer sur les économies d'échelle pour entrer dans la compétition européenne. La réponse aux défis qui sont lancés à l'industrie chimique française dépasse la technique. La concurrence européenne fait avant tout apparaître la faiblesse de ses structures financières et décisionnelles. La supériorité technique (complexes intégrés, économies d'échelle, parts de marchés, ...) des concurrents étrangers n'est qu'une conséquence de leur puissance financière et de la centralisation des pouvoirs de décision. Seule la constitution de centres de décision financièrement puissants et capables de faire appliquer la stratégie qu'ils auront définie, rendra à l'industrie chimique française sa capacité concurrentielle.

L'État et les industriels prennent conscience de ces dangers. L'État considère la chimie comme une industrie « exposée » et l'invite à de profondes modifications de structures qui définissent la stratégie de défense et ses objectifs. Le but est d'obtenir la cohésion et d'acquérir la puissance financière.

Les états-majors des firmes font la même analyse et considèrent que la stratégie de collaboration est devenue inadaptée et dangereuse. Ses avantages sont devenus faibles, et ses effets néfastes vont très exactement dans le sens inverse des mesures préconisées.

Une stratégie de défense la remplace (1969-1971). Elle marque une rupture totale avec la stratégie de collaboration. Dans son principe, cette dernière peut préparer la stratégie de défense. Lorsqu'elle est appliquée en prenant en considération les principaux facteurs d'évolution, elle préfigure la concentration financière et décisionnelle ultérieurement bénéfique. Mais ceci suppose une vue à long terme dans sa mise en œuvre et, notamment, un choix rationnel de partenaires privilégiés. Cet état d'esprit n'a pas prévalu ; il n'est donc pas surprenant que l'application de la stratégie de défense, au lieu de renforcer au niveau financier et décisionnel la concentration apportée au niveau technique par la collaboration, provoque d'abord une destructuration. Les voies de regroupements qui seront suivies ne seront pas déterminées par la fréquence des liaisons financières préexistantes entre les groupes. L'industrie chimique se rebâtit et se renforce sur des bases nouvelles. Elle entre dans une phase de restructuration.

Il est impossible de décrire ici, dans le détail, les opérations de restructuration (2) dont les plus importantes seulement seront rappelées. L'ampleur de ce mouvement se mesure à la constatation de la disparition par fusion ou absorption, en 1971, de dix des vingt premiers groupes ou sociétés français par le chiffre d'affaires de 1965. Dix-huit d'entre eux ont été impliqués dans le mouvement (la seule restructuration autour de Rhône-Poulenc touche près de deux cents sociétés).

Les cinq groupes privés de la chimie et de la parachimie en 1971, sont issus de la concentration de dix groupes de 1965.

Rhône-Poulenc, Progil et Péchiney-Saint-Gobain ne forment plus qu'un seul groupe. Rhône-Prodil, résultat de la fusion de Progil et Péchiney-Saint-Gobain est filiale de Rhône-Poulenc. Ugine et Kuhlmann, fusionnées en Ugine-Kuhlmann, rejoignent Péchiney pour constituer Péchiney-Ugine-Kuhlmann. Nobel-Bozel, à la suite d'opérations complexes, devient filiale de la Centrale Roussel-Nobel, tandis que Pierrefitte fusionne avec les Produits Chimiques d'Auby. L'Air Liquide est affecté dans ses rapports avec les autres groupes.

Les trois groupes d'État sont nés du rassemblement de cinq groupes de 1965 (encore faut-il noter que le groupe chimique des charbonnages était à l'époque inexistant, puisque la production, essentiellement carbochimique, était dispersée dans les différents bassins).

L'Office National Industriel de l'Azote, O.N.I.A., et les Mines Domaniales de Potasse d'Alsace, M.D.P.A., sont fusionnés pour constituer l'Entreprise Minière et Chimique E.M.C.

La S.N.P.A. s'associe au groupe Compagnie des Pétroles dans le domaine de la chimie, en créant le groupement A.T.O. Les Charbonnages de France regroupent leurs activités chimiques dans C.d.F.-Chimie. L'objectif fixé par les cabinets ministériels et le rapport Clappier (1) était de créer un second Rhône-Poulenc dans le secteur privé et une entreprise chimique nationalisée. Les réalités ne rejoignent pas toujours les schémas de restructuration. Péchiney-Saint-Gobain pouvait techniquement être le noyau de la création de ce « second Rhône-Poulenc » ; mais la croissance externe devenue urgente et la nécessité de financer de gros investissements l'ont trouvé financièrement incapable d'assurer ce rôle. D'autres schémas étaient possibles avec Ugine-Kuhlmann et les pétroliers ou Ugine-Kuhlmann et C.d.F.-Chimie ou Progil...

Cette restructuration s'analyse comme une concentration de capitaux et du pouvoir de décision qui en découle.

## La concentration des capitaux

Rhône-Poulenc était le seul groupe privé capable de se lancer dans ces opérations, grâce à la trésorerie que lui laissait une gestion passée très prudente. Rappelons que son taux d'endettement est en 1968 de 4,8 % contre 35 % environ chez P.S.G. et Progil et 48,4 % chez Hoechst. La logique industrielle n'était pas pour autant bafouée. La concentration de capitaux que représentent l'absorption de Progil puis la prise de contrôle de P.S.G. rassemble des actifs qui répondent au besoin de diversification et d'intégration vers l'amont. Elle s'accompagne, en outre, de la restructuration interne. L'autorité économique du groupe sur les sociétés qui le constituent pourra s'affirmer. Ce seul point représente un changement fondamental par rapport à la stratégie de collaboration qui, peu à peu, avait dilué l'autorité des groupes dans l'imbricatio des leurs relations financières.

La volonté que manifeste en 1969 Rhône-Poulenc de s'imposer comme leader de la chimie de base française trouve Ugine-Kuhlmann isolé. Pour ce groupe, la stratégie de défense adoptée après l'intervention des banquiers passera par la fusion avec Péchiney en 1971. La Chimie du nouveau groupe sera réorientée en fonction de spécialités solides. Dans la parachimie, le regroupement de Nobel-Bozel et Roussel-Uclaf représente une importante simplification des structures. La concentration du pouvoir, particulièrement nécessaire chez Centrale de Dynamite-Nobel-Bozel demandera un certain temps.

Dans le secteur public, des regroupements ont été opérés, mais l'union totale du secteur chimique nationalisé n'a pas été obtenue. La fusion de l'O.N.I.A. et des M.D.P.A. en 1967 est une première étape : la potasse et l'azote sont rassemblées. La création en 1967 de la société chimique des charbonnages est une simplification notable et s'accompagne d'une reconversion réussie. Ces deux groupes entraînent cependant le boulet d'une production d'engrais qui déséquilibre leur chiffre d'affaires. Tous deux perdent de l'argent. Le rapprochement, puis l'union dans A.T.O. de la chimie des pétroliers nationaux, l'ont fait apparaître comme le « second pivot » de la restructuration de l'industrie chimique française. La S.N.P.A. apporte son expérience de chimiste, la C.F.P., ses capitaux. Toutefois, ce « second pivot » n'a pas attiré depuis sa formation d'autres partenaires importants.

## La concentration du pouvoir de décision

Elle découle de celle des capitaux et donne aux groupes une plus grande cohésion. Très souvent, les relations inter groupes ont été simplifiées par des retraits de filiales communes antérieurement constituées. Le pouvoir de contrôle, difficilement exercé au moyen de participations égalitaires réparties entre deux ou plusieurs groupes, s'affirme lorsqu'un groupe obtient une participation majoritaire. Et, si de nombreuses entités juridiques persistent, elles sont « coiffées » par des divisions, départements et autres véritables centres de profit au sein des groupes, qui les dominent économiquement, coordonnent leur trésorerie, déterminent leurs plans d'investissement. Tous les groupes vont travailler à la réalisation de ce double objectif de la mise en place de nouvelles structures de gestion et de rationalisation de l'écheveau des relations financières antérieures.

Par exemple, Rhône-Poulenc hérite, avec l'absorption de Progil et la prise de contrôle de Péchiney-Saint-Gobain de toutes les liaisons tissées par ces groupes. Dans le choix de nouvelles structures internes, la question pouvait théoriquement se poser de l'abandon total des filiales au profit des divisions. La Direction Générale assure

mieux la coordination stratégique avec des divisions. Les Directions Fonctionnelles travaillent plus aisément avec des divisions, dont la gestion financière paraît plus facile. La concentration de la trésorerie est un facteur important pour l'application de la stratégie. Par contre, la filiale présente une plus grande souplesse pour d'éventuelles modifications ultérieures. La coexistence des deux systèmes, qui a été adoptée, illustre la difficulté de concilier la nécessaire indépendance juridique des sociétés et la nécessité de leur dépendance économique lorsqu'elles forment un groupe. Sous l'autorité de Rhône-Poulenc S.A., holding du groupe, sept divisions rassemblent les filiales par axes de production ou aires géographiques (étranger). La *Division textile* résulte de simplifications notables. Huit filiales sont fusionnées en Rhône-Poulenc Textiles pour la production textile; huit autres filiales sont fusionnées en Chavanoz S.A., pour le moulinage et la texturation. La *Division Pharmaceutique* rassemble des filiales françaises (Specia, Theraplix, Roger Bellon, A.E.C., Institut Mérieux et la Société de Chimie Organique et biologique, absorbée en 1971) et des filiales étrangères (May and Backer, Rhod. Mexicana, Rhod. Uruguay, Rhod. Pharma., Rhod. Ibérica, Spécia Vietnam). La *Division des Usines Chimiques du Rhône* reprend l'activité des Usines Chimiques du Rhône après des simplifications de structures (absorptions de S.I.S.S.-Société Industrielle des Silicones, Établissement Boyeux, Société Normande de Produits Chimiques, et, pour partie, certains actifs de Melle-Bezons). Cette division s'intéresse à la chimie fine. La *Division Rhône-Progil* recouvre les activités de la filiale Rhône-Progil, née de la fusion de Progil et de Péchiney-Saint-Gobain. Elle est au centre de la nouvelle orientation du groupe vers la chimie lourde, et de la nouvelle industrie chimique française. Elle-même comprend six directions fonctionnelles, et huit départements qui rassemblent les filiales et participations selon leur domaine d'activité et en assurent la direction (le Directeur de département est investi de l'ensemble des responsabilités d'un chef d'entreprise). Ceci s'accompagne de nombreuses simplifications dans les relations financières (un exemple : dans la Dauphinoise de Fabrications chimiques, Daufac, quatre groupes se partageaient également le pouvoir en 1965. En 1971, le groupe Rhône-Poulenc détient 75 % du capital).

La *Division de la Cellophane* s'identifie à la filiale du même nom et recouvre les activités dans le domaine des pellicules et films plastiques. Les divisions Rhodia Inc. (E.U.) et Rhodia Industrias Químicas E Textais (Brésil) correspondent aux activités des filiales étrangères.

Des structures voisines se retrouvent dans les autres groupes et les exemples pourraient être multipliés de dégagements de filiales communes, de cessions de participations, d'absorptions de filiales. Le nouveau groupe Péchiney-Ugine-Kuhlmann comprend neuf « branches » d'activités, auxquelles sont rattachées les filiales. Les Produits Chimiques Ugine-Kuhlmann sont l'une de ces branches. Les relations avec C.d.F.-Chimie, notamment, font l'objet de clarification. Mais certaines positions paraissent susceptibles d'évolution. Le groupe se trouve minoritaire dans la Daufac et Sifrance, par exemple. Ses activités dans les polyuréthanes s'appuient sur deux sociétés, Eurane (avec B.A.S.F.) \* et Progil-Bayer-Ugine

\* La société Eurane est le résultat récent de la fusion de Dekachimie et Marles-Kuhlmann-Wyandotte. Dekachimie était initialement une filiale 50/50 de Dupont de Nemours et Ugine-Kuhlmann. Dupont se retire en 1970, et sera remplacé en 1972 par B.A.S.F. D'autre part, Marles-Kuhlmann-Wyandotte était filiale 50/50 de Marles-Kuhlmann et Wyandotte (du groupe B.A.S.F.). Ugine-Kuhlmann absorbe Marles-Kuhlmann en 1970.

(avec Bayer et Rhône-Progil). Or B.A.S.F. et Bayer se concurrencent dans ce domaine (peuvent-ils conserver longtemps un collaborateur commun ?) Les liens restent très forts avec Rhône-Progil, dans les engrais (G.E.S.A.) et les matières plastiques (Plastimer). La Centrale Roussel-Nobel s'appuie sur deux filiales : Roussel-Uclaf pour la pharmacie et l'appareillage scientifique, Nobel-Bozel pour la parachimie. Nobel-Bozel connaît en particulier, de profonds changements de structures, pour lui donner la concentration décisionnelle dont il manquait. C.d.F.-Chimie s'organise en quatre groupes : engrais, grands intermédiaires, thermoplastiques, chimie organique, et s'attache à mettre de l'ordre dans les liaisons avec d'autres groupes qu'il a héritées des Houillères. De même, enfin, l'Entreprise Minière et Chimique s'organise en 1967 en holding coiffant quatre filiales : A.P.C. - Azote et produits chimiques (pour les activités chimiques), M.D.P.A. - Mines Domaniales de potasse d'Alsace (pour les activités minières), S.C.P.A. (Société de vente des deux précédents), Sogepar (gestion des participations du groupe à l'étranger).

A l'inverse, les pétroliers français, C.F.R.-C.F.P., Compagnie Française de Raffinage et Elf-Erap-S.N.P.A., sont à la recherche des formes de rapprochement de leurs secteurs chimiques. Après une succession complexe d'accords et de créations de sociétés communes, ils franchiront l'étape décisive par la création du G.I.E. Aquitaine-Total-Organico-A.T.O., qui sera la véritable direction commune de la chimie des deux groupes (à l'exception de la plate-forme de Lacq et des participations prises en commun avec des groupes extérieurs, antérieurement au rapprochement).

Le groupement comprend initialement quatre filiales (filiales 50/50 de l'Union Chimique Elf-Aquitaine-U.C.E.A. et Total-Chimie), dont le nombre sera ramené à trois en 1973 : A.T.O.-Chimie (regroupe les activités de la Compagnie de Pétrochimie et d'Aquitaine-Total-Organico), A.T.O.-emballage (reprend les participations des groupes constitutifs dans Polypapier-Orgafilm-Soplaril et Prosyn), A.T.O.-bâtiment (s'intéresse au développement des matières plastiques dans le bâtiment).

De nature essentiellement financière (alors que la stratégie de collaboration se développait surtout autour de problèmes de production), la stratégie de défense conduit au rassemblement sous la même autorité économique d'unités de production auparavant dispersées. Mais il n'y a pas de concentration technique proprement dite; les capitaux ont bougé, non les usines \*.

Il en résulte cependant pour chacun des groupes une nouvelle structure de son chiffre d'affaires. Selon les cas, la stratégie de défense a été voulue ou subie. Mais tous les groupes ont des objectifs divers quant au nouvel équilibre de leurs activités. Un triple mouvement se dessine :

Les chimistes s'intègrent vers l'amont et/ou se spécialisent.

Les pétroliers s'intègrent vers l'aval.

Les charbonnages réalisent une reconversion (3).

Rhône-Poulenc s'intègre vers l'amont et se diversifie. La diversification est frappante dans la chimie minérale et les matières plastiques. Le pourcentage de capacités de production nationale passe entre 1965 et 1971, de 19,7 à 34,3 pour la chimie organique, de 0 à 27,4 pour la chimie minérale, de 10,1 à 26,7 pour les matières

\* La concentration technique se mesure au niveau des établissements, alors que la concentration financière s'apprécie au niveau des Sociétés et des groupes. L'utilisation de divers indicateurs de concentration technique nous permet d'affirmer que celle-ci n'apparaît pas, entre 1965 et 1971 (3).

plastiques \*. On remarque, au contraire, un certain immobilisme d'Ugine-Kuhlmann, qui avait pourtant été parmi les premiers à s'intégrer vers l'amont (Association de Feyzin I). Mais après la fusion de Péchiney-Ugine-Kuhlmann, la Chimie ne représente plus que 20 % du chiffre d'affaires et le groupe semble décidé à choisir des activités chimiques spécialisées plutôt que de se renforcer dans la chimie de base. L'Air Liquide, dont 90 % du C.A. se réalisent dans le secteur des gaz industriels opère un dégageant du secteur des matières plastiques et recule légèrement dans la chimie minérale. Au contraire, Pierrefitte-Auby progresse dans ce secteur, qui reste son principal domaine d'activité.

Pour les pétroliers français, le léger recul constaté (de 11,9 à 10,3 % de la capacité de production nationale) dans la chimie organique trouve son origine dans l'intervention des chimistes en amont. Mais dans tous les autres domaines, il y a progression, notamment dans les matières plastiques (de 4,3 à 15,8 %). La réussite de la reconversion de la chimie des charbonnages n'est pas douteuse : augmenter sa capacité de production de 30 % en Chimie Organique, en partant d'une base charbonnière représente un effort exceptionnel, comme le progrès réalisé dans les matières plastiques. L'entreprise minière et chimique maintient en moyenne les positions occupées par ses constituants de 1965.

Dans la pharmacie et la parachimie, la constitution de la centrale Roussel-Nobel permet au groupe d'accéder à la taille européenne, en élargissant sa gamme de produits. De plus le groupe atteint, pour la pharmacie, une taille comparable à celle du département pharmaceutique de Hoechst; ce qui est un facteur d'équilibre dans leurs relations. (Hoechst détient 43 % de la Compagnie Financière Chimio, holding du groupe).

Toutefois, si pendant cette même période le contrôle exercé par les sociétés américaines ne paraît pas s'être globalement renforcé, les firmes européennes accentuent le leur dans la chimie organique, la chimie minérale et les matières plastiques (de 15,3 à 56 % par exemple pour le polyéthylène h.d.).

Enfin, les comparaisons internationales de chiffre d'affaires et de rentabilité montrent (4) qu'à l'issue de ces opérations, l'industrie chimique française se maintient au niveau relatif qui était le sien en 1965. La place de Rhône-Poulenc dans un classement européen par C.A. en témoigne (du 6<sup>e</sup> rang en 1966 au 7<sup>e</sup> en 1971, après la restructuration). Cette dernière constatation suffit à justifier la qualification de stratégie de défense que nous avons adoptée.

La réorganisation des capitaux et la concentration des pouvoirs qu'elle a provoqués ont créé une nouvelle industrie chimique, qui comprend : un groupe privé, puissant et diversifié, de taille internationale;

\* En fonction de valeurs physiques de capacités de production d'un échantillon de produits référence (2).

des groupes chimiques ou parachimiques privés, axés sur leurs spécialités; trois groupes d'État fortement engagés dans les grands intermédiaires, les matières plastiques et/ou les engrais.

Ces structures sont susceptibles d'évolution. Des rectifications de frontières restent possibles dans le secteur privé, notamment avec les produits chimiques Ugine-Kuhlmann-P.C.U.K. Dans le secteur public, une union toujours plus étroite entre les secteurs chimiques des pétroliers nationaux est prévisible. Faut-il aller au-delà et se lancer dans une prospective qui n'aurait pas plus de valeur que les schémas passés ? Augurer d'une association qui semble logique des chimies des pétroliers et des charbonnages ? Prévoir une association de ceux-ci avec le groupe belge Solvay (des relations existent déjà); elle leur apporterait le chlore qui leur fait défaut, l'expérience d'un « vieux » chimiste et compléterait leur gamme de matières plastiques ? Bien d'autres hypothèses encore pourraient un jour se concrétiser.

*Les grands mouvements sont achevés dans le secteur privé, au plan national.* Ils laissent la place à des réorganisations internes éventuelles dans les nouveaux groupes. Le *secteur public* doit tenir compte des impératifs de rentabilité imposés par un marché très concurrentiel. Il ne servirait pas à grand chose de rassembler des entreprises déficitaires, ou d'alourdir jusqu'au déséquilibre celles qui ont la possibilité de se développer. L'Union de C.d.F.-Chimie et de l'E.M.C., intéressante dans certaines productions aval, serait contraire au plan de développement de C.d.F.-Chimie qui cherche à atténuer la part des engrais dans le C.A. et additionnerait des problèmes financiers. L'État dispose de moyens de coordination. Il paraît jusqu'ici n'avoir pas été décidé à utiliser des moyens contraignants de rapprochement mais avoir laissé aux dirigeants des entreprises le soin de saisir toutes les opportunités de développement. « Notre entente avec Total, dans la chimie, est le fruit d'une initiative des deux groupes et non d'une impulsion du gouvernement qui a approuvé cette initiative » (5) affirme P. Guillaumat, P.D.G. de la S.N.P.A. Une concentration plus poussée du secteur public relève d'une décision politique; elle ne lui assurera pas nécessairement les moyens de son développement.

Or, il s'agit bien maintenant de développement.

#### Bibliographie

- (1) Voir I. La stratégie de collaboration, dans *l'Actualité chimique*, 1974, 1, 34.
- (2) Évolution récente de l'industrie chimique française, F. Guinot, Thèse de Doctorat, Faculté de Droit et des Sciences Économiques de Montpellier, Juin 1973.
- (3) cf. (2) Évolution des données technico-économiques, p. 266-305.
- (4) cf. (2) Évolution des résultats financiers, p. 244-265.
- (5) La Vie Française, 4 janvier 1973.

## Les livres

### Analyses des livres reçus

*Handbook of plastics tests methods,*  
par G. C. Ives, J. A. Mead and M. M. Riley,  
publié par Butterworth, Londres, 1971; 476 p.;  
£ 10,00.

L'industrie des matières plastiques a progressé, pendant ces vingt dernières années, à une vitesse phénoménale et a donné naissance à une grande variété de matériaux et d'applications nouvelles. Cette croissance a entraîné inévitablement une augmentation du nombre des méthodes d'essai et de leur complication ainsi qu'une multiplication de spécifications émises par les organisations nationales de normalisation. L'ingénieur spécialiste des matières plastiques est ainsi confronté à mille méthodes parmi lesquelles il doit faire un choix.

Le « Plastics Institute » publie dans ce « handbook » une synthèse réalisée par trois spécialistes du sujet qui n'ont pas dressé seulement un bilan des méthodes actuelles et des différentes normes. En effet, pour chaque type de test, les auteurs fournissent tous les éléments nécessaires pour le mettre en œuvre mais précisent aussi ce que cet essai signifie et quelles variables vont affecter les résultats. Dans ce sens, l'accent est mis sur trois questions importantes : pour chaque type de test : l'essai est-il en accord avec l'application prévue, la propriété correcte est-elle bien prise en considération, les conditions de l'essai simulent-elles suffisamment l'utilisation du produit ?

Ce travail collectif donne un ouvrage très complet, très clair, et d'une unité remarquable. On appréciera particulièrement la précision des données, les schémas, les photographies d'appareillages ainsi que la bibliographie qui couvre les travaux parus jusqu'en 1969. Ce livre constitue pour les laboratoires d'essai des matières plastiques une référence précieuse sur les méthodes et les normes actuelles. De plus, les étudiants en technologie des matériaux y trouveront des renseignements relativement simples et très complets sur tout ce qui concerne les essais des matières plastiques.  
*P. Fougeroux.*

*Cours de chimie. Tome 2, Maîtrise de sciences physiques,*  
par J. Amiel,  
publié par Dunod, Paris, 1971; 608 p.; 74 F.

Cet ouvrage, second tome d'un cours de chimie rédigé par M. le Professeur J. Amiel, s'adresse aux étudiants préparant la maîtrise de sciences physiques ou le concours de recrutement des professeurs enseignant dans le second degré. Il comporte trois grandes parties :

l'édifice chimique, la chimie minérale et la chimie organique.

« L'édifice chimique », abordé dans le tome I lors de l'étude des structures ioniques, donne lieu à de nouveaux développements dans le présent volume. L'auteur présente d'abord des notions de catalyse hétérogène avec les méthodes de préparation des catalyseurs, puis il traite les mécanismes et la cinétique des réactions catalytiques. Une place importante est ensuite réservée à la thermodynamique chimique. Les concepts de propriétés extensives et intensives y sont introduits avec les équations d'état. Suivent l'énoncé des deux principes, les rudiments de thermodynamique et de thermochimie, les équilibres chimiques, enfin, les systèmes binaires et ternaires. Pour permettre une bonne assimilation de cette partie du cours, des exemples d'équilibres avec applications numériques y sont examinés dans le détail : systèmes homogènes gazeux ou en solution et systèmes hétérogènes. Des représentations graphiques illustrent également l'étude des systèmes binaires et ternaires. Afin d'en faciliter l'approche, toutes les questions de thermodynamique sont volontairement abordées par l'auteur à un niveau ne dépassant jamais celui des premiers cycles scientifiques. L'étude des ions en solution introduit les notions classiques de degré de dissociation, conductivité électrique, mobilité ionique, pH, etc...

Les acides, bases et sels sont vus à la lumière des théories d'Arrhénius, de Brønsted et de Lewis. Des tableaux regroupent les valeurs numériques des mobilités de quelques ions et les valeurs de différentes constantes d'acidité. Cette seconde partie s'achève avec l'étude des piles électriques et des systèmes rédox. Différents types d'électrodes y sont examinés. Le lecteur y trouvera de plus quelques valeurs numériques de potentiel standard et de potentiel normal d'oxydo-réduction.

La chimie minérale est présentée de façon particulièrement attrayante sous forme d'une étude comparée des différentes familles d'éléments grâce à de très nombreux tableaux et schémas. Le plan adopté est le suivant : hydrogène et hydrures, éléments des groupes I A, II A, III B à VII B, gaz rares, éléments de transition, lanthanides, transuraniens. Dans chaque groupe, de nombreuses propriétés physiques sont examinées sous forme de tableaux : rayon de covalence, rayon ionique, densité, température de fusion, électronégativité, formes cristallines, raies spectrales caractéristiques, etc... Une liste des principaux minerais est souvent donnée. Les propriétés chimiques des éléments et de leurs principaux composés sont présentées de façon analogue. On trouvera aussi des tableaux comparatifs concernant la stéréochimie de quelques éléments et de nombreux schémas sur la chimie de certains d'entre eux, industriellement importants, avec leurs dérivés. Un chapitre centré sur l'étude des éléments de transition renferme de très nombreuses données et représentations graphiques ainsi qu'une étude de certains composés intéressants : carbonyles métalliques, composés interstitiels, isonitriles, composés en sandwich...). Les lanthanides et transuraniens sont vus plus rapidement. Deux autres chapitres terminent cette seconde partie. Le premier sur les complexes minéraux qui fait un rappel des anciennes théories de Lewis, Langmuir et Sidgwick et qui propose une étude de leurs principaux types à la lumière de la théorie des liaisons de valence de Pauling et de la théorie du champ électrostatique de coordination; enfin le second qui renferme des généralités importantes sur les mécanismes des réactions minérales.

Dans la dernière partie consacrée à la chimie organique, les fonctions simples sont supposées connues du lecteur qui doit les avoir en effet déjà approfondies

dans le premier cycle de l'Enseignement Supérieur. Toutefois une synthèse de nos connaissances est faite sur la notion de fonction chimique et sur les mécanismes des réactions organiques. L'auteur examine ensuite les principales fonctions multiples et mixtes : (polyols, polyaldéhydes, ... polyacides, ... glucides, hétérosides, acides-alcools, acides aminés, protides...). Il présente alors quelques hétérocycles pentagonaux et hexagonaux et différentes macromolécules organiques (cellulose, soie...; nylon, caoutchoucs...). L'ouvrage se termine enfin par une table des matières analytique et divers tableaux de constantes ainsi qu'un « errata » relatif au tome I.

Ce volume est le fruit d'un travail de synthèse considérable. Il est aussi le résultat d'un effort pédagogique indéniable. Les théories présentées y sont toujours illustrées par des exemples concrets, simples et clairs. La bibliographie groupée à la fin de chaque chapitre est réduite à quelques indications sur des ouvrages fondamentaux ou des mémoires originaux. Aussi ce cours de chimie intéressera les étudiants des deux premiers cycles de l'Enseignement Supérieur et des Grandes Écoles, mais plus particulièrement les candidats à la maîtrise de sciences physiques ou à la maîtrise de chimie. De par ses nombreuses qualités, il devrait être lu par de nombreux enseignants et chercheurs désireux de parfaire ou d'élargir leurs connaissances en chimie. Il doit être assuré, de ce fait, d'une très grande diffusion.

A. Dereigne.

***M.T.P. International review of science : Physical chemistry. Index volume (Series one), par A. D. Buckingham, publié par Butterworths, Londres, 1973; 284 p. ; £ 5,00.***

C'est là le 14<sup>e</sup> et dernier volume d'une première série de treize ouvrages de chimie physique ayant respectivement pour titres :

*Theoretical chemistry*, par W. Byers Brown.  
*Molecular structure and properties*, par G. Allen.  
*Spectroscopy*, par D. A. Ramsay.  
*Magnetic Resonance*, par C. A. McDowell.  
*Electrochemistry*, par J. O. 'M. Bockris.  
*Surface chemistry and colloids*, par M. Kerker.  
*Macromolecular science*, par C. E. H. Bawn.  
*Chemical kinetics*, par J. C. Polanyi.  
*Thermochemistry and thermodynamics*, par H. A. Skinner.  
*Chemical crystallography*, par J. Monteath Robertson.  
*Analytical chemistry. Part 1*, par T. S. West; *Part 2*, par T. S. West.

Aucun de ces volumes ne contenait d'index et le présent ouvrage les rassemble tous : index des auteurs ayant apporté une contribution (6 pages), puis index des sujets fort détaillé puisqu'il ne comporte pas moins de 278 pages.  
G. Emschwiller.

***Structure, stabilité et fluctuations, par P. Glansdorff et I. Prigogine, publié chez Masson, Paris, 1971.***

Le livre de P. Glansdorff et I. Prigogine : *Thermodynamic theory of structure, stability and fluctuations*, a paru en 1971 chez Wiley Interscience et, en même temps, chez Masson sous le titre : *Structure, stabilité et fluctuations*. L'ouvrage traite plus particulièrement des propriétés thermodynamiques des systèmes en état hors d'équilibre. La première partie est consacrée à l'introduction des équations générales qui sont déduites des équations de bilan et de l'axiomatique de la thermodynamique à laquelle s'ajoutent quelques axiomes particuliers (axiome de l'état local, axiome de Onsager) qui permettent de prévoir les propriétés des systèmes ou des évolutions pour lesquels les flux généralisés sont proportionnels aux forces généralisées. La thermodynamique linéaire des processus

irréversibles est donc ainsi rapidement exposée. Les auteurs insistent ensuite sur l'importante notion de stabilité. Après avoir exposé la stabilité de l'équilibre thermodynamique par la méthode de Gibbs et en avoir montré sa limitation, ils traitent des conditions de stabilité des systèmes hors d'équilibre par la méthode de Liapounoff. De la stabilité on passe aux fluctuations et on énonce enfin le critère général d'évolution.

La deuxième partie est en grande partie consacrée à l'application du potentiel local, à divers problèmes, la conductivité thermique, la stabilité de mouvements laminaires, etc...

La troisième partie enfin est consacrée aux systèmes chimiques, certains ayant une évolution qui a beaucoup surpris ces dernières années avec les découvertes des structures dissipatives spatiales et temporelles qui trouvent désormais une explication satisfaisante dans le cadre de la thermodynamique des processus irréversibles. Le modèle de Lotka, Volterra, la réaction de Zhabotinski-Belousov, les ondes chimiques sont étudiées en détail.

Le dernier chapitre montre comment le développement de la thermodynamique permet de concilier enfin l'évolution des êtres vivants et celle des êtres inanimés.

Ce livre est d'une extraordinaire richesse de connaissances et d'informations et initie le lecteur à la science qui se développera demain. Sa lecture n'est cependant pas facile (d'autant plus que les auteurs ont adopté une formulation mathématique contractée commode, mais encore peu usitée), et suppose déjà de la part du lecteur une certaine familiarité avec le maniement de la thermodynamique.

A. Pacault.

**Comprendre l'ordinateur,**  
par Michel Saint-Paul et Albert Perriol,  
publié par les Éditions d'organisation, Paris, 1972 ; 67 p.

L'ordinateur est une machine qui ne fait que ce qu'on lui ordonne expressément de faire. Les auteurs, qui citent cette phrase en conclusion ne pouvaient mieux démystifier et démythifier l'ordinateur qu'en faisant découvrir le fonctionnement.

Aussi, cet ouvrage concerne tous ceux qui, sans vouloir devenir des spécialistes de l'informatique, ont le désir légitime de s'initier aux principes de base du fonctionnement de l'ordinateur.

Comme l'écrit J. D. Warnier dans la préface : « Le premier mérite du livre présenté ici est de traiter d'un sujet limité : l'ordinateur, outil privilégié du traitement des informations. Le second mérite est d'avoir su le faire de façon claire, simple, agréable mais sérieuse de ne pas avoir cherché à tout dire, mais d'avoir exposé l'essentiel, fourni des bases. »

La lecture du livre ne contredit pas cette présentation élogieuse, tout au plus, peut-on regretter que n'y soit pas abordé le calcul scientifique ou d'autres domaines d'utilisation des ordinateurs, mais, comme le font remarquer les auteurs, plus de 80 % des ordinateurs fonctionnant en France sont affectés à des tâches de gestion.

L'ouvrage est divisé en cinq parties. La première donne un rapide aperçu du principe et de la constitution d'un ordinateur. La seconde partie présente l'étude d'un ordinateur à cartes (organes, mise en œuvre et fonctionnement). Les auteurs exposent ensuite le fonctionnement des bandes et disques magnétiques puis donnent un aperçu sur les langages de programmation et les systèmes et enfin deux tableaux récapitulatifs sur le matériel et sa mise en œuvre.

Volontairement élémentaire, ce livre ne nécessite aucune connaissance préalable en mathématique ou en informatique et apportera, à ceux qui sont en relation avec des informaticiens, les éléments indispensables pour engager un dialogue constructif.

P. Fougeroux.

**Basic organic reactions,**  
par W. McCrae,  
publié par Heyden and Son, Londres, 1973; 216 p. ;  
£ 3,60 casebound ; £ 1,95 paperback.

Ce livre constitue avant tout un ouvrage d'enseignement. L'intention de l'auteur est de fournir aux étudiants un exposé clair, concis, leur permettant de se familiariser avec les principaux mécanismes réactionnels en chimie organique. Désireux de ne pas dépasser un nombre de pages raisonnables, l'auteur a du souvent limiter son exposé aux grandes lignes d'une question. Aussi, pour remédier à cet inconvénient, a-t-il sélectionné à la fin de chaque réaction étudiée un choix de textes auxquels le lecteur peut se reporter pour compléter ses informations.

Le premier chapitre rappelle les concepts fondamentaux, qui seront utilisés au fil des pages (hybridation du carbone, électronégativité, substituant électrophile, nucléophile...). Les principaux groupes fonctionnels sont ensuite abordés. Pour l'étude de chacun d'eux, un même plan est adopté : structure électronique, principaux types de réactions (addition ou substitution nucléophile et électrophile).

Les différents mécanismes réactionnels possibles sont regroupés pour un même type de réaction (ex. : acylation, alkylation...) et dans tous les cas de nombreux exemples les illustrent. Deux chapitres sont consacrés à quelques agents oxydants et réducteurs, les plus utilisés dans la pratique. L'auteur examine alors successivement la réactivité du composé étudié, le mécanisme de la transformation, donne un mode opératoire, des exemples et des références. A la fin de chaque chapitre, une succession de questions permet de mettre l'accent sur les points essentiels et, à ce titre, à l'étudiant de « tester » ses connaissances. Le recueil se termine par une trentaine de problèmes, qui sont tous des exemples expérimentaux, dont la solution correspond à la référence indiquée.

En résumé, ce livre très bien présenté, fournit les bases pour une bonne compréhension du fait chimique dans le domaine de la chimie organique et devrait rendre de grands services aux étudiants des Universités.

Mlle Tardy.

**Wave mechanics. The first fifty years,**  
par W. C. Price and al.,  
publié par Butterworth, Londres, 1973; 435 p. ; £ 12,00.

Ah ! le bon, Ah ! l'excellent ouvrage ! Je crois qu'il ne m'a jamais été donné de lire un livre aussi passionnant que celui-ci. Je défie quiconque portant intérêt à la mécanique ondulatoire de pouvoir s'arrêter, ne serait-ce qu'un instant, de dévorer littéralement ce document une fois que, par hasard ou par nécessité, il en aurait abordé le prologue.

Il ne peut être question de décrire le contenu de cet ouvrage. *Il faut le lire* et éprouver avec une admiration recueillie les sentiments qui ont animé les grands pionniers que furent par exemple, et que sont toujours, Louis de Broglie, J. C. Slater, J. H. Van Vleck, M. J. S. Dewar, C. A. Coulson ou L. Pauling : l'Esprit qui anime leur contribution révèle un enthousiasme et une passion que la spécialisation nous fait suffisamment perdre pour qu'on ne le regrette pas. Tout ceci peut se résumer dans cette exclamation de J. C. Slater : « Ah ! si vous aviez connu les années 20 ! ».

Le contenu scientifique est, bien entendu, à la hauteur du caractère épistémologique de l'ouvrage. Je voudrais seulement citer un chapitre intitulé « open university » qui n'eût probablement jamais trouvé sa place dans un ouvrage équivalent en langue française. Ce chapitre décrit en effet la recherche pédagogique et les efforts de toutes sortes qui ont été faits par le Professeur Stannard et son équipe, de l'Université Ouverte de Bletchley, pour enseigner

chaque année la mécanique ondulatoire à environ 5 000 étudiants sans que ceux-ci aient ni notions de base ni pratique du mécanisme de pensée nécessaire aux scientifiques pour aborder la Connaissance. C'est simplement admirable et édifiant, et c'est un peu la rage et la honte au cœur que l'on termine la lecture de ce chapitre en songeant au peu d'intérêt que l'on porte trop souvent dans nos universités à des problèmes aussi fondamentaux que celui-ci.

Ce livre est bien entendu dédié à Louis de Broglie, comme l'avait d'ailleurs été le 1<sup>er</sup> Congrès International de Chimie Quantique de Menton, pour commémorer le 50<sup>e</sup> anniversaire de la découverte de la nature ondulatoire de l'électron. Une dédicace de Sir Edward Heath souligne la dimension européenne de la personnalité de Louis de Broglie en des termes auxquels il est difficile de ne pas être sensible.

Enfin, la préface de l'ouvrage commence avec une citation extraite de « L'étrange Histoire du Quantum » du Professeur Banesh Hoffmann qui donne envie à ceux qui ne l'avait pas encore fait de lire ce dernier ouvrage. Puisque tel était mon cas, je l'ai fait et je puis dire que le livre d'Hoffmann et celui qui nous intéresse ici doivent absolument être lus simultanément. Je peux garantir que le résultat sera pour chacun la découverte éblouissante d'Hommes qui ont su, tout au long de Vies consacrées à la rigueur, à l'austérité et parfois même à l'ascèse scientifique, conserver en toutes circonstances la Joie de Vivre, atteindre aux plus hauts sommets de l'Humanisme et introduire souvent dans le matérialisme scientifique la 3<sup>e</sup> dimension spirituelle qui fait la noblesse et la valeur de la Science.

*J. F. Labarre.*

***Introduction à la mécanique quantique,***  
***par Melvin Hanna (Édition française Valentin Héault),***  
***publié par Édiscience, Paris, 1972; 234 p.***

Ce volume est le résultat d'une expérience faite auprès des étudiants du premier cycle à l'Université du Colorado en vue de leur présenter certains aspects de la mécanique quantique, de la spectroscopie et de la structure électronique des atomes et des molécules.

Cet ouvrage s'adresse à des étudiants de niveaux mathématiques très divers. Pour ceux qui ne connaissent que le calcul différentiel, le chapitre 1 présente une introduction aux notions mathématiques utilisées dans la suite du texte. L'hamiltonien classique y est transformé en opérateurs dans le formalisme de Schrödinger.

Le chapitre 2 contient certaines propriétés de la mécanique classique. Son but principal est d'apprendre à l'étudiant comment écrire l'hamiltonien classique pour un certain nombre de problèmes. On y trouve également les notions de coordonnées généralisées, les systèmes conservatifs et non-conservatifs ainsi que la séparation du mouvement du centre de masses dans un système à plusieurs particules, où l'énergie potentielle ne dépend que des coordonnées internes.

Après cette introduction, le chapitre 3 présente les postulats de la mécanique quantique après un bref historique des faits qui ont nécessité son emploi. Une application est donnée avec l'exemple spécifique d'une particule dans une boîte à une dimension. On y trouve également une présentation de la théorie des perturbations.

Les sujets suivants sont alors abordés dans un ordre logique : niveaux d'énergie et spectroscopie de rotation et de vibration, structure atomique, structure et spectres moléculaires, structure électronique des systèmes conjugués, spectroscopie de résonance magnétique et électronique. Chaque chapitre comporte de nombreux exemples et exercices et se termine par un court résumé et une bibliographie.

Enfin, la succession logique des chapitres permet, le cas échéant, d'y choisir des sujets de niveaux plus ou moins faciles selon les étudiants auxquels on destine ce cours. Deuxième édition d'un ouvrage déjà réputé, cette introduction à la mécanique quantique constitue un remarquable livre d'enseignement en chimie physique.

*P. Fougeroux.*

***Thermal analysis***

***Vol. 1 : Advances in instrumentation, par***  
***H. G. Wiedmann; 631 p.,***

***Vol. 2 : Inorganic chemistry, par H. R. Oswald and***  
***E. Dubler; 800 p.,***

***Vol. 3 : Organic and macromolecular chemistry, ceramics,***  
***earth sciences; 711 p.,***

***publiés par Birkhauser Verlag, Basel 1972; les***  
***3 volumes : 244 F.***

Ces trois volumes rassemblent toutes les communications présentées à la Troisième Conférence Internationale d'Analyse Thermique qui s'est tenue du 23 au 28 août 1971 à Davos (Suisse). Il faut souligner que le nombre impressionnant de communications relatives à l'analyse thermique traduit l'importance de cette méthode d'étude des solides inorganiques ou organiques, ce qui est en liaison avec les progrès technologiques et le couplage avec d'autres méthodes d'analyse.

Le premier tome est consacré à l'instrumentation. On y a regroupé les conférences présentant essentiellement des dispositifs originaux, ou des travaux effectués à partir d'appareils commerciaux transformés, pour être utilisés dans de nouvelles conditions, ou couplés à d'autres moyens d'analyse (associations de thermobalance, et de spectromètre de masse quadropolaire; méthode d'émanation de Hahn couplée à l'analyse thermique différentielle; analyse radiocristallographique et thermogravimétrie réalisées simultanément sur le même échantillon...).

Dans la deuxième partie, les conférences sont plus en rapport avec l'application à l'étude de la décomposition thermique des solides inorganiques bien que des précisions expérimentales intéressantes y soient parfois présentées. Parmi les centres d'intérêt les plus abordés, on retiendra l'étude des diagrammes de phases, la caractérisation des catalyseurs et particulièrement la relation entre préparation, processus de dégradation thermique et propriétés catalytiques, l'étude des composés de coordination, ..., les modèles cinétiques pour expliquer les mécanismes.

On trouvera dans le dernier volume l'examen des processus de décomposition thermique des corps organiques, des macromolécules, des céramiques et des minéraux. Pour mieux connaître les mécanismes, les données de la thermogravimétrie et des phénomènes thermiques sont complétées par les renseignements fournis par la spectrométrie de masse, la radiochimie... Les travaux portent sur des substances ayant un intérêt pharmacologique, les cristaux liquides, les polymères, les tissus synthétiques,... On remarquera le développement important de ces recherches aux Etats-Unis. La dernière partie intéressera les minéralogistes et tous ceux qui étudient les silicates, les ciments et les problèmes de l'industrie du plâtre.

Le volume des communications et les améliorations techniques présentées traduisent la progression constante d'une technique d'étude de plus en plus répandue. La diversité des modèles cinétiques, plus ou moins adaptées à des processus de décomposition, traduit notre relative ignorance dans ce domaine, quoique des efforts certains aient été accomplis. On regrettera l'absence de certaines équipes françaises particulièrement renommées dans notre pays. Signalons que la prochaine conférence aura lieu à Budapest en Juillet 1974.

*J. M. Brégeault.*

*M.T.P. International review of science ; Chemical crystallography,*  
par A. D. Buckingham,  
publié par Butterworths, Londres, 1972, 346 p. ;  
£ 10,00.

Le rapide développement des ordinateurs et des diffractomètres automatiques a permis, ces dernières années, de faire exploser la cristallographie. En effet, il ne se passe pas une semaine sans que plusieurs nouvelles structures soient résolues. On peut même citer le cas de certains laboratoires américains qui se passent des méthodes d'analyse chimique sur certains de leurs produits obtenus difficilement en petite quantité, pour se servir exclusivement de la diffraction des rayons X, afin de connaître non seulement la composition mais aussi directement la position des atomes dans la maille de leur composé.

L'éditeur des MTP International Review of Science (Physical-Chemistry series) a rassemblé et sélectionné dans ce onzième volume, huit chapitres dans lesquels sont décrites de nombreuses structures cristallines avec applications à des problèmes chimiques. Ceci constitue donc 8 mises au point bien écrites et pour la plupart illustrées avec les schémas originaux des mémoires cités en référence couvrant la littérature scientifique de 1967 à 1971. L'éditeur se propose d'ailleurs de publier en 1974, un autre volume avec cette fois la littérature scientifique de 1971 à 1973.

Nous avons particulièrement remarqué le deuxième chapitre consacré à la cristallographie des complexes des métaux de transition, les auteurs B. A. Frenz et J. A. Ibers se limitent aux complexes monomères des métaux de transition à coordinence 5, ainsi qu'aux complexes nitrosyles de ces mêmes métaux de transition. Les articles sur les métaux de transition avec discussion structurale sont tellement nombreux que les auteurs ont volontairement choisi un champ encore assez neuf, de plus on peut noter pages 34 et 35 une liste des articles généraux déjà publiés en cristallographie des métaux de transition. Dans cette partie de la chimie de coordination il est encore utopique d'après B. A. Frenz et J. A. Ibers d'essayer d'expliquer par une théorie de la liaison chimique les diverses propriétés structurales de ces complexes, chaque nouvelle structure résolue révèle encore des configurations géométriques tout à fait inattendues. La liaison hydrogène spécialement celle de type O ... H ... O fait l'objet des trente et une premières pages, comme le souligne l'auteur J. C. Speakman l'étude de la liaison hydrogène est particulièrement ardue du fait de la difficulté de positionnement de l'atome d'hydrogène, sauf évidemment par diffraction neutronique. Le plus long chapitre (63 pages par B. K. Vainshtein et G. N. Tischenko) décrit une série de travaux effectués en URSS depuis les silicates jusqu'aux protéines en passant par les semi-conducteurs. Les transformations de phase dans les solides minéraux accompagnées de l'apparition de ferromagnétisme, antiferromagnétisme, ferroélectricité, ferroélasticité ou de supraconductivité constituent l'essentiel du quatrième chapitre rédigé par S. C. Abrahams.

La seconde partie de ce recueil est consacrée à l'étude structurale des grandes molécules d'intérêt biologique, citons par exemple les porphyrines que tous les chimistes spécialistes de synthèse essayent de greffer à bon nombre de métaux. A ce jour trente structures de protéines ont été déterminées par diffraction des rayons X, dans ce chapitre 6 est rassemblé ce qu'il faut connaître de la cristallographie des protéines. Enfin les spécialistes mondialement connus des méthodes directes J. Karle and I. L. Karle passent en revue une foule de structures, comportant un grand nombre

d'atomes indépendants, résolues par ces méthodes relativement nouvelles de recherche de la phase. La trop grande variété des chapitres de ce tome des MTP International Review of Science, obligera le lecteur intéressé à le consulter dans une bibliothèque, le prix peut être également un obstacle à un achat personnel. Néanmoins il constitue un excellent départ pour une bibliographie sur un des sujets traités, pour qui veut se tenir au courant de l'évolution d'une science, le temps passé à dépouiller les revues devient rapidement excessif, c'est pourquoi de telles monographies devront bientôt paraître tous les ans.  
J. M. Manoli.

*Ion-selective electrodes,*  
par E. Pungor (Symposium held at Matrafüred,  
Hungary, 23-25 october 1972),  
publié par Akademiai Kiado, Budapest, 1973; 282 p. ;  
\$ 8,40.

Cet ouvrage contient les textes des conférences et communications présentées au cours du symposium sur les électrodes spécifiques, qui a été organisé en octobre 1972 par E. Pungor à Matrafüred (Hongrie). Parmi les sujets traités figurent aussi bien certains problèmes théoriques que la description et les applications des nouveaux types d'électrodes spécifiques. On peut mentionner notamment :

- a) l'étude théorique et pratique de la sélectivité vis-à-vis de certains cations monovalents ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ , etc.) et divalents ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Ba}^{++}$ ) d'électrodes à membrane liquide utilisant divers ligands organiques. L'influence de la nature du solvant et du matériau de la matrice est examinée;
- b) la détermination des coefficients de sélectivité par le calcul et la comparaison des résultats obtenus avec les valeurs expérimentales; l'influence de la force ionique; la mesure du temps de réponse;
- c) plusieurs études sur les électrodes constituées par une matrice d'élastomère de silicone, contenant les composés responsables de la spécificité (précipités, ou, pour le potassium, ligand organique). Le comportement aux faibles concentrations et le temps de réponse ont fait l'objet de travaux;
- d) la description d'électrodes solides de type hétérogène, préparées en dispersant des composés appropriés (halogénures, sulfures métalliques, en particulier), dans une matrice de polymère organique (polyéthylène). L'importance du mode de préparation des composés utilisés et des traitements ultérieurs est indiquée;
- e) l'emploi de monocristaux pour la détermination des ions  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{Cu}^{++}$ , etc.
- f) le comportement des électrodes spécifiques lorsqu'elles sont soumises à un courant de polarisation, et les applications de telles conditions opératoires, notamment pour les titrages potentiométriques;
- g) diverses applications, dans le domaine de la chimie analytique, pour les mesures continues, etc.

La dernière partie de l'ouvrage est réservée au compte rendu d'une discussion générale, concernant l'ensemble des thèmes traités; ce chapitre apporte des renseignements très utiles sur les problèmes concrets qui peuvent se poser aux utilisateurs d'électrodes spécifiques.

L'ensemble des sujets traités est présenté très clairement, et les références bibliographiques sont nombreuses; on peut regretter l'absence de comparaisons entre les nouvelles électrodes décrites et les électrodes de même spécificité mais d'un principe différent existant auparavant. Cet ouvrage compète ceux de Durst et de Thomas et Moody; il constitue une mise à jour en ce qui concerne les travaux effectués en Europe dans ce domaine de l'analyse chimique en plein développement. Il sera certainement, à

ce titre, bien accueilli par ceux qui s'intéressent aux électrodes spécifiques.

*J. Tacussel.*

***Propriétés thermodynamiques du fluor comprimé ou liquéfié (note technique N.B.S. 392, Octobre 1970), par R. Prydz et G. C. Straty (de la Division cryogénique du « National bureau of standards », Boulder Colorado), publié par U. S. Department of Commerce, Washington, 181 p.; \$ 1,80.***

Cette note de plus de 150 pages résume un travail expérimental de qualité effectué sous contrat de l'U.S. Air Force dans un domaine particulièrement délicat, eu égard aux propriétés d'extrême réactivité et de toxicité du fluor élémentaire qui rendent sa manipulation difficile et risquent très facilement d'entacher d'erreurs les déterminations des propriétés physiques.

Les mesures effectuées sur du fluor distillé à 99,99 % de pureté couvrent le domaine des températures allant du point triple 53,5 (°K) à 300°; les pressions maximales explorées atteignent 24 MN/m<sup>2</sup> (250 atm environ).

Une part importante de ce document est consacrée à l'exposé détaillé et méthodique des techniques opératoires et des méthodes de mesures utilisables et utilisées pour la détermination des pressions, de la température, des volumes, des densités et des tensions de vapeur.

Le premier objectif de ce travail a été de déterminer, pour le fluor à l'état gazeux ou liquide, l'ensemble des corrélations P.V.T. nécessaires au calcul des fonctions thermiques et thermodynamiques ainsi que des propriétés de transfert en vue de leur comparaison avec les valeurs expérimentales actuellement disponibles dans la littérature ou à déterminer ultérieurement.

Un réseau d'isothermes et d'isochores et une équation d'état ont été étudiés pour représenter les valeurs P.V.T. Les auteurs proposent également des équations pour les densités à l'état gazeux et liquide, la tension de vapeur, la courbe des fusions et les propriétés du gaz supposé parfait. De nouvelles valeurs sont proposées par ailleurs pour les coordonnées du point triple et du point critique ainsi que pour la densité au point d'ébullition.

On trouve enfin dans cette note un ensemble de données thermodynamiques concernant l'énergie interne, l'enthalpie, l'entropie, à chaleurs spécifiques, à pression et à volume constants ainsi que la vitesse du son en fonction de la température.

*B. Cochet-Muchy.*

***Analytical chemistry of fluorine, par N. S. Nikolaev and al., publié par John Wiley and Sons, Chichester, 1973; 22 p.; £ 9,35.***

Ouvrage sur l'analyse du Fluor faisant suite à la série de monographies analytiques publiées par l'Institut de Géochimie et de Chimie Analytique de l'Académie des Sciences de l'U.R.S.S. et traduit en anglais en 1972 dans le programme de traduction israélien.

Nous retrouvons le plan général de ces monographies; après un court rappel de la répartition du fluor dans la nature et de ses propriétés physicochimiques sont exposés : les principales méthodes d'analyse chimique ou physicochimique;

les méthodes de séparation des produits fluorés; de nombreux exemples d'analyse de fluor dans les produits naturels ou industriels, minéraux organiques ou biologiques, dans les eaux ou dans l'air, etc.

Cette dernière partie qui occupe plus de la moitié de l'ouvrage est évidemment la plus intéressante pour le praticien qui doit résoudre son problème particulier. Toutefois on peut regretter le délai trop grand qu'a mis ce

livre à nous parvenir car bien des solutions proposées en 1965 sont périmées en 1973. Nous pensons en particulier à l'usage des électrodes sélectives en potentiométrie qui a révolutionné les méthodes analytiques du fluor sous forme ionique et qui, pour cause, n'est pas signalé dans cette monographie parfaitement documentée.

*F. Fauvarque.*

***Thin liquid films and boundary layers (Special discussions of the Faraday Society, n° 1, 1970), publié pour la « Faraday Society » par Academic Press, Rédacteur : F. C. Tompkins, date de la publication : 29 octobre 1971; 267 p.; \$ 16,00.***

Tout le monde de la recherche connaît ce genre d'ouvrage et tient à l'avoir dans sa bibliothèque quand il concerne le sujet sur lequel on se concentre; celui-ci est particulièrement important car il contient toutes nos connaissances à la date des 28, 29 et 30 septembre 1970 sur les films liquides et sur les couches limites aux interfaces. On y retrouvera les exposés et remarques de tous les spécialistes internationaux en cette matière : Américains, Hollandais, Espagnols, Bulgares, Hongrois, Suisses, Belges et Français et ceux, bien entendu, de 220 Britanniques, ainsi que les discussions — et c'est cela souvent, le plus important — qui ont suivi chaque conférence. Les mémoires ne sont qu'au nombre de 23 mais représentent 263 pages avec une très forte densité de pensée et de références bibliographiques. Cet ouvrage est bien entendu indispensable à tous ceux qui s'intéressent à ces questions.

*G. Pannetier.*

***Coordination chemistry : experimental methods, par K. Burger, publié par Butterworth, Londres, 1973; 372 p.; £ 10,00.***

Si la chimie de coordination a fait de grands progrès depuis une vingtaine d'années, c'est grâce à la variété des techniques expérimentales qui permettent de l'étudier. Un livre comme celui-ci familiarisera les étudiants et les chercheurs avec ces divers procédés. C'est la traduction anglaise d'un ouvrage hongrois paru en 1967. Toutefois, il a été remis à jour pour la nouvelle version.

L'auteur décrit successivement les diverses techniques : spectroscopie électronique, infrarouge, effet Mössbauer, propriétés magnétiques, R.M.N., R.P.E., E.S.C.A., rayons X, dichroïsme, analyses thermiques. Le chapitre sur l'effet Mössbauer est particulièrement étendu, par contre celui sur la R.M.N. est relativement succinct et se limite à l'étude du proton.

Chaque chapitre donne l'essentiel du principe, il expose ensuite les techniques et montre sur quelques exemples ce que l'on peut obtenir. L'auteur indique clairement les avantages et les inconvénients de chaque procédé. Un chapitre complémentaire sur les complexes avec les dioximes et les glyoximes permet de voir comment les différentes techniques peuvent être conjuguées.

Ce livre est une bonne introduction aux techniques expérimentales utilisées en chimie de coordination et sera donc utile aux étudiants et aux chercheurs qui voudront s'initier à ces procédés.

*B. Denise.*

***L'évolution récente des techniques et de l'économie de l'industrie pétrochimique, Publications de l'Institut Français du Pétrole, publié par les Éditions Technip, Paris, 1970; 214 p.; 32 F.***

Cinq exposés dressant un bilan de l'expansion des industries pétrochimiques dans les pays en voie de

développement (pour la période de 1964 à 1968) sont réunis dans cet ouvrage. Ces études ont été présentées au Symposium de Bakou en 1969.

La première contribution traite des développements technologiques et des nouveaux procédés. On y trouve des notions concernant les processus essentiels de production des hydrocarbures de base : le steam-cracking et le reforming catalytique. Les processus parus depuis 1964 sont présentés en les rapportant aux produits : oléfiniques, dioléfiniques, aromatiques, polymériques, protéiniques et oxygénés.

Chacune des autres communications est consacrée aux progrès et aux intérêts des pays en voie de développement dans l'un des domaines :

des produits pétrochimiques de base : éthylène, propylène, butadiène, benzène et xylènes,  
des matières plastiques,  
des fibres synthétiques,  
du caoutchouc synthétique.

Ces exposés présentent les aspects suivants :  
la situation du marché, l'évolution de la conjoncture et de la consommation mondiale,  
l'économie de la production, compte tenu des contraintes propres aux pays en voie de développement,  
l'évolution de la production et de ses techniques, en liaison avec les découvertes scientifiques et les améliorations technologiques,  
les utilisations et les domaines d'application des divers produits.

Bien que datant de 1970, ce livre est d'une importance considérable pour tout économiste, ingénieur et chimiste intéressé surtout par l'étude des différentes tendances prometteuses des industries pétrochimiques.

A. Omar.

***Proceedings of the international conference on the physics and chemistry of semiconductor: heterojunctions and layer structures,***  
***organisée par l'Union Internationale de Physique Pure et Appliquée, Budapest, 11 au 17 octobre 1970,***  
***publié par Akademiai Kiado, Budapest, 1971; 5 vol.;***  
***\$ 19,80.***

Le lecteur trouvera dans ces cinq volumes ce qui s'est fait dans les cinq à six dernières années sur le sujet.

Le premier volume contient, outre une partie inaugurale, trente six mémoires sur les préparations et les structures des interfaces solides hétérogènes. Je ne sais d'ailleurs, étant profane en la matière, si je traduis correctement le mot anglo-saxon « heterojunctions » — dont quatre conférences plénières de Slegers, Nulnes et Feucht sur les transistors ZnSe-GaAs et ZnSe-Ge d'Eseki sur la distribution périodique à structure des interfaces hétérogènes, de Feucht sur la préparation et les propriétés des interfaces Ge-Ge<sub>x</sub>Si<sub>1-x</sub> et Ge-GaAs et SiGaP et de Lax sur les effets quantiques dans les matériaux lacunaires.

Le deuxième tome est consacré aux propriétés optiques et électriques des « heterojunctions »; ses 462 pages correspondent à trente-trois mémoires et à quatre conférences magistrales : la première est une mise au point du directeur de l'Institut Ioffe de Léningrad, I. Alferov, sur les travaux effectués sous sa direction sur les effets luminescents observés aux interfaces de composés semi-conducteurs du type A<sub>3</sub>B<sub>5</sub>; la seconde est une conférence d'Anderson sur l'état actuel de la théorie des interfaces; la troisième et la quatrième, respectivement de Fischer et de Van Opdorp, concernant la théorie des effets photoélectriques aux interfaces.

Le troisième volume de 284 pages ne s'intéresse qu'aux préparations et aux structures de films minces semi-conducteurs. Il contient l'exposé « in extenso » de quatre conférences plénières et de vingt deux mémoires;

parmi les quatre exposés, nous avons relevé la mise au point de Mayer sur les nouveaux résultats obtenus dans le problème de l'épitaxie et celle de Pocza sur celui de la nucléation; les deux autres conférences sont relatives à la structure de films minces semi-conducteurs amorphes (Grigorivici et Manaila) et à la structure d'interfaces  $p-n$  du type M.O.S. (Distler).

Le tome IV est réservé à l'étude des propriétés optiques et électriques des films minces semi-conducteurs. Il contient le texte de deux conférences plénières, la première de Schlotterer sur la préparation et les propriétés de films semi-conducteurs monocristallins sur substrats, la seconde de Sosnowski, sur la théorie des photovoltages élevés dans les films semi-conducteurs. On y trouve également vingt deux communications dont beaucoup des pays de l'Est. Le dernier volume est consacré aux préparations et aux propriétés des structures M.O.S. ou M.I.S. On y retrouve quatre conférences dont celle d'Arizumi, Ogawa et Nishinaga sur la préparation et les propriétés de films de Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> et leurs applications, celle de Lindmeyer sur la stabilité et la mobilité de surfaces dans les structures du type M.O.S. et celle de Rzhanozov sur l'étude des processus électroniques aux interfaces diélectrique-semi-conducteur. Trente cinq communications diverses y ont également pris place ainsi qu'un index alphabétique d'auteurs des communications.

L'ensemble de ces cinq volumes reproduit les communications telles qu'elles ont été expédiées au Secrétariat de ce Congrès; si elles ont toutes été ramenées au même format elles procèdent de caractères différents mais la lecture en est aisée; chaque communication est suivie des remarques ou des discussions de séance; l'ensemble représente un travail gigantesque mais de première qualité en tant qu'instrument de travail pour les spécialistes.

Il faut cependant remarquer que ce Congrès est plus ouvert aux physiciens qu'aux véritables chimistes; il intéressera cependant d'une part les physico-chimistes spécialistes de la question et d'autre part beaucoup de chimistes anorganiciens sous l'aspect préparations nouvelles ou structures nouvelles.

G. Pannetier.

***Molecular structures and vibrations,***  
***par S. J. Cyvin,***  
***publié par Elsevier Publishing Company, Amsterdam,***  
***1972; 533 p.; 23,50 \$.***

Ce livre est un recueil d'études théoriques et expérimentales de la structure des molécules polyatomiques par des méthodes de spectroscopie et de diffraction électronique. 41 auteurs ont participé à la rédaction de cet ouvrage. On peut le diviser en trois parties comprenant 22 chapitres.

La première partie est plus particulièrement réservée à des mises au point sur les vibrations moléculaires : méthode de Wilson, théorie des perturbations, amplitude moyenne de vibration, utilisation des coordonnées symétriques, etc...

Dans la seconde partie sont données des applications de ces théories. Ces applications sont relatives à des molécules présentant un intérêt particulier et constituent une mise au point d'étude de certaines molécules comme : acide nitrique, carbonyl cyanide, Li<sub>2</sub>F<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>F<sub>2</sub>, hexaméthylène tétramine, naphtalène, par l'analyse vibrationnelle et la détermination des amplitudes moyennes de vibration. Certains chapitres sont relatifs à l'utilisation de la diffraction électronique complétant des études vibrationnelles : composés cycliques renfermant un ou deux atomes de silicium, adamantane C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>.

A partir du chapitre 21, une bibliographie extrêmement complète est relative aux amplitudes moyennes de vibration d'un grand nombre de molécules polyatomiques. Les articles ont été sélectionnés par leur caractère

d'originalité dans le but de promouvoir une coopération plus grande des chercheurs intéressés par de telles études.

*P. Barchewitz.*

***I.U.P.A.C. Analytical chemistry-4 (Kyoto 1972, P.A.C. 34;1), par Mitsugi Senda, publié par Butterworth, Londres, 1973; 170 p.; £ 5.***

Ce livre de 170 pages rassemble les 11 conférences plénières données en 1972 à l'occasion du Congrès international de chimie analytique tenu du 3 au 7 avril à l'occasion de la réunion de la Division de cette discipline au sein de l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée. Si vous voulez vous informer rapidement et de façon complète sur la recherche de pointe en analyse vous trouverez le maximum d'informations sous la forme la plus concise et par les plus grands analystes de notre temps : Alimarin (U.R.S.S.), Belcher (U.K.), Charlot (F.), Kaiser (F.D.R.), Kirsten (S.), A. J. P. Martin (U.K.), Meinke (U.S.A.), Pungert et Toth (H.), Somiya (J.), Walsh (Australie) et West (U.S.A.). Chaque conférence contient une large bibliographie. Que l'on ne soit que chercheur ou qu'enseignant chacun y trouvera son avantage, ne serait ce qu'être informé au mieux et vite.

*G. Pannetier.*

***An introduction to macromolecules, par Leo Mandelkern (Heidelberg Science Library, vol. 17), publié par Springer-Verlag, Berlin, 1972; 161 p.; \$ 5,90.***

Ce livre a pour but de présenter aux étudiants du premier cycle une entrée en matière aux macromolécules. Il traite essentiellement des aspects communs aux polymères synthétiques et aux molécules d'importance biologique.

Après quelques notions élémentaires concernant la classification, la synthèse et les copolymères, l'auteur présente la structure des chaînes. Celle-ci est examinée en relation avec les propriétés des polymères et leurs utilisations. L'état cristallin, la conformation statistique et les paramètres affectant l'élasticité sont aussi abordés. Une section est consacrée aux macromolécules d'importance biologique et biochimique, dans laquelle on explique succinctement la structure et les fonctions des protéines et des acides nucléiques.

Par son style simple et clair, accompagné de nombreux dessins et figures, cet ouvrage s'adresse à un large auditoire d'étudiants qui pourront y trouver une bonne introduction, avant de passer à des ouvrages classiques plus complets.

*A. Omar.*

***Synthetic methods of organic chemistry. Vol. 27, par W. Theilheimer, publié par S. Karger, Basel, 1973; 585 p.; \$ 98,90.***

Il est inutile de rappeler que cette collection présente un ensemble de synthèses nouvelles ainsi que des améliorations de synthèses existantes.

Ce volume est le 2<sup>e</sup> de la 6<sup>e</sup> série, ce qui est un gage du succès de cette série donc de son intérêt. Les références, proposées ici, correspondent à des articles publiés de 1970 à 1972. Le nombre de réactions citées doit avoisiner les 1500, ce qui justifie pleinement la parution annuelle de cet ouvrage.

L'index récapitulatif couvre les volumes 26, paru en 1972, et 27.

La clarté de la classification et la qualité de sa présentation en font un outil indispensable à la recherche. Si son prix, justifié, en rend l'achat difficile pour le chercheur, cette collection se doit d'être présente dans

la bibliothèque de tous les laboratoires de chimie organique.

*D. Bernard.*

***Atlas of electron spin resonance spectra 2 (traduit du russe), publié par Consultants bureau, New York, 1964; 196 p.; \$ 15,00.***

Cette partie contient 18 séries en tout correspondant aux structures suivantes ; 1 : 5 : 10 : 10 : 5 : 1 (L, G); 1 : 6 : 15 : 20 : 15 : 6 : 1 (L, G); 1 : 7 : 21 : 35 : 35 : 21 : 7 : 1 (L, G); 1 : 8 : 28 : 56 : 70 : 56 : 28 : 8 : 1 (L, G); 1 : 2 : 2 : 1 (L, G); 1 : 2 : 3 : 2 : 1 (L, G); 1 : 3 : 4 : 3 : 1 (L, G); 1 : 4 : 6 : 5 : 5 : 6 : 4 : 1 (L, G); 1 : 5 : 10 : 11 : 10 : 11 : 10 : 5 : 1 (L, G).

Après deux pages d'explications sur la manière de se servir des valeurs quantitatives contenues dans chaque planche, on passe toute de suite, en page 7, aux divers diagrammes, il y en a 187 dans cette 2<sup>e</sup> partie.

Ce recueil sera évidemment très utile à tous les utilisateurs de cette technique.

*G. Pannetier.*

***Heterocyclic compounds (Vol. 27) : Condensed pyridazines, including cinnolines and phthalazines, par Castle, publié par John Wiley and Sons, Chichester, 1973; 1 122 p.; £ 40,00.***

Voici le 27<sup>e</sup> volume de cette série qui couvre les domaines variés de la chimie des hétérocycles.

Ce volume est divisé en 3 sections : cinnolines, phthalazines et pyridazines.

*Cinnolines.* (G. M. Singerman, p. 1-321).

Ce chapitre comprend onze parties consacrées à la cinnoline, aux alcoyl et aryl cinnolines, hydroxy cinnolines, halocinnolines, alcoyloxy et aryloxycinnolines, mercapto et alcoylthio cinnolines, nitro, amino cinnolines...

*Phthalazines.* (N. R. Patel, p. 323-760).

Treize parties forment cette deuxième section. Après une étude de la phthalazine, l'auteur passe en revue les phthalazines substituées en positions 1 ou 1-4, les N-oxydes de phthalazine, la 1-(2H) phthalazinone, les halo, amino, hydrazino phthalazines, les pseudo phthalazinones...

*Azolo et azinopyridazines.* (M. Tisler et B. Stanovnik), p. 761-1056).

Les treize divisions de ce dernier chapitre traitent des pyrrolo, pyrazolo, imidazo, triazolopyridazines, des furo, oxazolo, isoxazolo, oxadiazolo pyridazines, thiéno, thiazolo et thiadiazolo pyridazines, pyrido, pyridazino, pyrimido et pyrazino pyridazines...

Les méthodes de préparation, les propriétés physiques et structurales, les réactions de ces divers composés sont étudiées et longuement décrites. De nombreuses tables fournissent les constantes physiques, les données spectroscopiques (U.V., I.R., R.M.N.) avec les références. Ces dernières, abondantes, couvrent la littérature jusqu'au milieu 1971. Un index des auteurs et des sujets complète le volume.

Cet ouvrage de base est indispensable à tout chimiste intéressé par les composés hétérocycliques. Sa présentation soignée et claire ainsi que les schémas réactionnels que l'on rencontre à chaque page en facilitent l'étude.

*Th. Cuvigny.*

### **Échos de la « Quinzaine de la chimie » de Genève**

**par Françoise Beer-Poitevin**

*La « Quinzaine de la chimie », qui s'est tenue à Genève, du 8 au 21 octobre 1973, était organisée par l'Institut National Genevois, corporation de droit public qui est divisé en Sections dont celle de l'industrie, du commerce, de l'agriculture et offre par sa diversité un champ d'action à ses membres ayant des formations différentes : ingénieurs, agriculteurs, économistes, banquiers, sociologues, économistes, etc. Engagés dans la vie pratique, ayant chaque jour à affronter des problèmes actuels, les membres de l'I.N.G. aiment à confronter des idées, des méthodes et à se retrouver en groupes de travail.*

*Le discours inaugural de la « Quinzaine de la chimie » fut prononcé par le Président du Conseil d'État de la République et du Canton de Genève, M. François Picot, qui félicita le Président de l'I.N.G., M. Louis Ducor, et M. William Baer, responsable de la Section organisatrice, d'avoir choisi une branche de l'industrie genevoise dont l'importance semble méconnue par les Genevois. L'industrie de la chimie compte à Genève 19 entreprises qui occupent 1 500 personnes. En tenant compte seulement des parfums et des arômes, cette industrie a réalisé en 1972 des exportations pour 200 millions de francs, soit 3,2 % des exportations suisses (de 28 % en augmentation sur le chiffre de 1971).*

*En tant que responsable du Département des travaux publics qui comprend le Service des contrôles des pollutions, et notamment de la pollution des eaux, M. Picot avait assisté aux séances de la Commission internationale franco-suisse pour la protection des eaux du lac Léman contre la pollution. A ce titre, M. Picot indiqua que les industries qui, dans le canton de Genève, peuvent envoyer dans les égouts des substances susceptibles de perturber le fonctionnement des stations d'épuration, ont fait objet de recensement et de contrôle et ont été mises en demeure d'effectuer des pré-traitements de façon à se conformer aux directives fédérales. Certaines industries ont construit des installations de neutralisation et de détoxication, d'autres industries sont en voie de le faire à leur tour. Pour les usines dont les effluents sont rejetés dans le Rhône, il en est de même. Enfin, pour faciliter le traitement de certains résidus acides, alcalins toxiques, métaux lourds, cyanures, chromes... le Département dirigé par le Président Picot, exploite une petite station pilote à Satigny,*

près de la station du Nant-d'Avril. Une station centrale de détoxication où pourraient être traités tous les concentrés produits dans le canton, sera construite aux Cheneviers. Les frais de telles stations sont très grands, mais ce qui prime c'est la qualité des eaux pour la santé et les besoins de la population, puisque le lac Léman est le réservoir d'eau potable le plus important dont dispose Genève.

Le rôle de la chimie dans le monde actuel, a été exposé par le Dr. Urs Hochstrasser, directeur de la Division de la science et de la recherche du Département fédéral de l'Intérieur, et professeur honoraire de l'Université de Berne. Les chercheurs jouissaient, dit-il, durant les années qui ont suivi la Seconde guerre mondiale, du préjugé favorable de l'opinion publique, mais actuellement on peut observer une attitude nettement négative à l'encontre des nouvelles réalisations scientifiques et techniques. Ce revirement serait dû à l'accroissement économique et démographique et à ses effets sur l'environnement ainsi que sur la santé de l'homme. « Dans notre système de démocratie directe, il est indispensable que la recherche d'une solution ne soit pas l'affaire du seul spécialiste. C'est finalement au peuple tout entier qu'il appartient d'approuver les orientations préparées. Le profane est parfaitement à même de participer judicieusement aux discussions, pour peu qu'il possède un minimum de connaissances dans les domaines de la science et de la technique, et de leurs répercussions dans la vie de tous les jours ». De telles connaissances ne pouvant pas être acquises dans les écoles, « on devrait pouvoir disposer d'un système d'information permanent auquel participeraient également des spécialistes... » Le manque d'informations techniques a pour conséquence d'émousser le sens des proportions raisonnables dans les revendications envers l'État et l'économie.

Les aspects économiques et sociaux de l'industrie chimique et pharmaceutique ont été exposés par le Directeur général des Établissements Hoffmann-La Roche, M. Étienne A. Junod. La « Quinzaine de la chimie » à Genève ayant été placée sous le titre de « la chimie et la vie », M. Étienne Junod a souligné le « danger qui consiste à enfermer dans un raccourci verbal saisissant, voire provocateur, un monde de problèmes auquel il sera difficile de faire justice, même en une quinzaine de jours ».

Dans l'éventail des activités chimiques, il était nécessaire que l'industrie suisse fit un choix si elle voulait avoir des chances de s'imposer sur les marchés mondiaux. Ne pouvant aspirer à la production des produits de base, l'industrie suisse « a jeté son dévolu sur la production de biens hautement spécialisés... dans lesquels s'insère une forte valeur ajoutée ». Les spécialités de l'industrie suisse sont les produits pharmaceutiques, les matières colorantes, avant tout pour l'industrie textile, les produits auxiliaires pour les textiles, le cuir et le papier, les produits antiparasitaires, les engrais, les parfums et les arômes, les matières plastiques, les vernis et les peintures, les savons, les détergents et les lessives.

Pour réaliser ces productions, l'industrie suisse compte sur 420 exploitations, soit 3,6 % des entreprises industrielles suisses, et elle occupe 67 000 personnes, soit 7,6 % du personnel industriel du pays. Les exportations ont porté en 1972 sur 5 700 000 000 de francs, correspondant à 22 % du total des exportations suisses.

Dans deux secteurs d'activité, ceux relatifs aux produits pharmaceutiques et aux matières colorantes, l'industrie suisse couvre environ 10 % des besoins

mondiaux en médicaments et 9 % des colorants utilisés dans le monde entier. Les grandes entreprises suisses sont implantées dans un grand nombre de pays.

Pour pouvoir rester dans le peloton de tête de la chimie mondiale, les entreprises suisses consacrent des sommes très importantes en recherches fondamentales et appliquées. En 1969 ces dépenses ont représenté 1 102 milliards de francs, 65,5 % de l'effort suisse de recherche industrielle. Les sociétés suisses sont tenues de faire de grands profits, et d'abord pour pouvoir financer de nouvelles installations suivant les exigences de la technologie et de la recherche. En 1972, les sommes versées à titre de dividendes par les trois grands de l'industrie chimique bâloise, correspondaient à 1,34 % seulement de leur chiffre d'affaires.

Si bénéfique que soit la contribution de la chimie au bien-être matériel de l'homme, celle-ci se paye, et ce prix est la détérioration de l'environnement. Les entreprises suisses de la chimie consacrent chaque année, en moyenne, 11 % de leurs investissements à des équipements de protection de l'environnement. Dans les grandes entreprises, ces sommes atteignent le niveau de 15 %. Il nous faut remarquer que la responsabilité des nuisances qui incombe à l'industrie ne saurait s'étendre à tous les maux de l'humanité dont on l'accuse. La pollution de l'air, en Europe occidentale, est due pour 17 % à l'industrie dans son ensemble, dont la chimie ne forme qu'une branche, alors que la pollution due aux automobiles est de plus de 50 % et celle due au chauffage des immeubles est d'environ 30 %.

La pollution de l'eau due à l'industrie est de l'ordre de 50 %. Mais ces précisions n'enlèvent rien au sérieux des problèmes de pollution qui faute d'une attaque globale ne pourront trouver une solution convenable. L'industrie chimique travaille à l'amélioration de ses procédés, afin de les rendre non polluants, et au développement de produits de substitution qui ne soient pas nocifs pour l'environnement. Le rétablissement de l'équilibre écologique dans la biosphère exige son prix qui doit être payé par la collectivité. Ces problèmes, où les considérations économiques et sociales sont intimement liées, concernent aussi l'industrie pharmaceutique.

Le coût de la lutte contre les maladies augmente à un rythme qui dépasse de loin le taux d'inflation, lui aussi inquiétant. Si la progression des frais médicaux devait se poursuivre au rythme d'aujourd'hui, la totalité du produit national brut de pays comme la Suisse ou la France, etc., risquerait d'être absorbée d'ici à trente ans. Il s'agit là certainement d'une interpolation mathématique qui relève de la spéculation intellectuelle. Toutefois, il appartiendra à l'industrie pharmaceutique de contribuer à la solution des problèmes qui se posent. Ce n'est probablement pas par une diminution des prix des produits pharmaceutiques qu'on y parviendra, mais en donnant à cette industrie les moyens de financer une recherche qui, seule, permettra de produire de nouveaux médicaments capables de raccourcir les délais des traitements ou même de prévenir les maladies.

L'industrie chimique dans ses relations avec l'environnement a été l'objet de la conférence prononcée sous le titre « La chimie protège », par le Dr. Hans Gysin, Directeur et chef de l'Office central pour la protection de l'environnement, des Établissements Ciba-Geigy, à Bâle. La production des biens de consommation, qu'ils proviennent de l'agriculture, du commerce ou de l'industrie, crée, d'une façon ou d'une autre, des problèmes de pollution.

Mais, sans ces productions il n'y aurait ni fruits, ni légumes, ni pain, ni vêtements, ni engrais, etc. La pollution n'est pas le fait des seuls producteurs, les utilisateurs, eux aussi, contribuent à polluer l'environnement, à « augmenter l'énorme quantité de déchets qui polluent l'environnement ».

« Quelles ont été les mesures prises par l'industrie chimique jusqu'ici pour éviter la pollution de l'air » ? A cette question, le Dr. Hans Gysin répond en rappelant que les premières tentatives avaient pour but la protection des ouvriers de l'industrie chimique et non la protection de l'environnement. Des investissements ont été faits pour des installations de lavages de gaz, des filtres de divers types, des systèmes de ventilation, et c'est le captage des gaz dans les ateliers qui permet de diminuer la pollution de l'air extérieur. Les conditions qui existaient dans les environs des fabriques ont changé au cours des dernières vingt-cinq années. Autrefois, les usines étaient construites loin des villes et loin des régions habitées. La croissance des industries s'accompagna de la croissance des villes et, en raison de cette urbanisation, de nombreuses industries se sont trouvées entourées par de nouveaux quartiers, et en particulier les usines chimiques. Il y a trente ans, le charbon fut remplacé par le mazout pour la production de l'énergie, et ainsi les nombreuses cheminées courtes ont disparu et ont cédé la place à des cheminées hautes mais moins nombreuses. Autrefois, dit le Dr Hans Gysin, « une fumée noire s'échappait d'une forêt de petites cheminées, et c'était un signe de prospérité ».

Le remplacement du charbon par le mazout a réduit le rejet dans l'air des particules solides, mais le problème de l'anhydride sulfureux ( $\text{SO}_2$ ) n'a pas pour autant été éliminé. Le progrès obtenu sur le plan de la pollution de l'air provient de la construction de cheminées plus élevées et du remplacement du charbon dans la production de l'énergie. L'amélioration a été encore augmentée par les méthodes de traitement des gaz à l'endroit où ils sont formés et où ils se trouvent le plus concentrés. Mais si le premier traitement permet d'éliminer la plus grande partie des gaz, les traces de gaz qui pénètrent dans l'air à l'intérieur d'un atelier de production doivent être également éliminées. Pour ce traitement secondaire, l'opération individuelle n'est plus nécessaire et on peut traiter collectivement les courants d'air qui contiennent les différents polluants gazeux pour un atelier entier ou pour plusieurs unités de production.

Dans les ateliers de fabrication modernes, le mouvement de l'air peut atteindre  $100\,000\text{ m}^3$  par heure. L'utilisation de systèmes de lavages spéciaux permet de diminuer les concentrations de polluants d'un ordre de grandeur de 10 à  $20\text{ mg/m}^3$  pour les abaisser à moins de  $1\text{ mg/m}^3$ .

La même méthode est utilisée pour les aérosols et pour les particules solides (fumées ou poussières). Les polluants solides de l'air peuvent avoir des effets très différents : la poussière de ciment qui sort des cheminées pendant une courte période, est inoffensive pour l'homme comme pour les animaux et les végétaux, mais son inhalation pendant une période prolongée provoque la silicose.

Le public associe fréquemment mauvaise odeur et toxicité. Des produits comme le méthylmercaptopan peuvent être détectés par l'odorat humain à des concentrations minimales, mais ce produit n'est pas toxique même à des concentrations plus fortes. La concentration maximum acceptable (MAC) est de  $1\text{ mg/m}^3$ . D'autres gaz (tels que le phosgène ou le monoxyde de carbone) sont toxiques à des concentrations indécélables par l'odorat. Généralement, il n'y a pas de parallèle entre l'odeur et la toxicité.

En ce qui concerne les problèmes d'avenir de la pollution de l'air, c'est-à-dire les problèmes qui devraient obtenir une solution et qui sont objet de recherches, le Dr Hans Gysin signale que dans l'usine de Schweizerhalle, un tiers de l'énergie électrique est utilisé pour faire fonctionner les grands cyclones qui éliminent des traces de poudres herbicides (ce qui représente des frais s'élevant à environ 1 000 000 de francs suisses par année).

Parmi les problèmes qui exigent des solutions, par l'industrie chimique, figure la réduction de la quantité d'énergie utilisée. La production d'énergie étant associée à toutes sortes de pollution, c'est en diminuant la consommation d'énergie qu'on augmente la protection de l'environnement. Beaucoup d'énergie est utilisée pour la réduction de la pollution de l'air comme pour les installations qui traitent les effluents. La station d'épuration en construction dans l'usine de Grenzach, près de Bâle, aura besoin de 12 millions de  $\text{kW/h}$  d'énergie électrique et 4,4 millions de mètres cubes de gaz naturel par année. Il en ressort qu'avec l'accroissement des frais de production de l'énergie, se poseront des questions d'ordre écologique mais aussi des problèmes économiques.

Une des substances de base de l'industrie étant représentée par l'eau, les usines ont été installées sur les berges des grandes rivières ou des fleuves. Les circuits de refroidissement des usines chimiques utilisent des quantités d'eau variables selon le type de produit fabriqué. L'eau de refroidissement ne peut être nuisible à l'environnement que lorsqu'elle provoque un accroissement marquant de la température de l'eau de la rivière, dans laquelle elle est déversée, ce qui est fort rare. Les effluents de l'industrie et les déchets provenant des agglomérations humaines, ont été pendant de longues années supportés par les rivières. Des problèmes ne se sont posés qu'au cours des dernières cinquante années, et ceci dans certaines régions comme en Angleterre, dans le bassin de la Ruhr, sur les côtes Est des États-Unis, où, par la suite de l'expansion industrielle, les villes adjacentes ont dû développer des mesures particulières pour l'élimination des déchets industriels et des ordures ménagères.

Déjà au début de notre siècle, certaines rivières n'étaient plus aptes à dégrader les déchets industriels et ménagers. Le pays qui le premier commença à lutter contre la pollution, fut l'Angleterre, où des régions comme celles de Manchester, Birmingham, etc., possédaient de grandes concentrations industrielles. L'Angleterre peut être considérée comme le pays pionnier dans le traitement des effluents, puisqu'elle possède depuis un demi-siècle des stations d'épuration. La première législation relative à la protection de l'environnement date de 1830, année pendant laquelle fut décrétée la première loi « alcali act », à la suite de laquelle furent installés des inspecteurs régionaux chargés de surveiller la production industrielle sur le plan de l'environnement.

Le Dr Hans Gysin a donné un exemple de la façon dont Ciba-Geigy a résolu le problème des eaux usées dans une usine existante. A Schweizerhalle on fabrique des centaines de produits chimiques, pharmaceutiques, colorants, produits agrochimiques et industriels. Dans cette usine, la consommation d'eau douce est de l'ordre de  $50\,000$  à  $60\,000\text{ m}^3$  par jour. La moitié environ de cette quantité est utilisée pour le refroidissement, elle n'est donc pas chimiquement polluée. Si cette eau de refroidissement n'était pas séparée de l'eau polluée chimiquement, tout traitement devrait être fait sur le total de l'eau utilisée, ce qui représenterait des frais

doubles de ceux qui sont nécessaires pour le traitement de la seule eau polluée. Pour cette raison, on a décidé de séparer l'eau de refroidissement de l'eau utilisée pour la fabrication, ce qui laissait environ 30 000 m<sup>3</sup> par jour qui devaient être traités. Comme le prix du traitement d'une telle quantité d'eau est prohibitif, on a dû rationaliser la production par des améliorations qui ont permis de diminuer la quantité de l'eau effluente à 15 000 m<sup>3</sup> par jour.

Les effluents industriels et les effluents communaux comprennent environ 70 % de matériaux organiques bio-dégradables et 30 % de matériaux qui ne peuvent être décomposés par les micro-organismes et qui partent donc inchangés de la station d'épuration. « A l'heure actuelle, a souligné le Dr Gysin, nous ne savons pas avec précision quels sont les matériaux organiques oxydés par les micro-organismes, et lesquels ne le sont pas. C'est en particulier le cas pour les mélanges, tels que ceux qui proviennent d'une unité de production complexe, où le degré d'oxydation dans un effluent contenant de nombreuses substances chimiques est plus grand que celui qu'on peut obtenir en faisant des essais sur les produits individuels ». Pour les colorants, les hydrocarbures chlorés, etc., qui ne sont que peu, ou pas dégradés par les micro-organismes, il faut des traitements spéciaux. Ne sont pas dégradés de façon appréciable la plupart des sels minéraux (chlorures de sodium, sulfates de sodium, sels de calcium, etc.).

Comment éliminer les matériaux non dégradables par voie biologique et les sels minéraux? Pour assurer l'élimination, il faut faire un choix des procédés qui s'y prêtent le mieux, en s'inspirant des méthodes suivantes : oxydation chimique ; adsorption par des matériaux tels que le charbon actif ; floculation ; ultrafiltration ; osmose inverse, etc.

Aucune de ces méthodes ne constitue une alternative avec le traitement biologique, mais elles peuvent être utiles en association ou en adjonction aux traitements biologiques. Pour choisir la méthode la mieux appropriée, il faut faire des essais de laboratoire et une expérimentation dans une installation pilote. En ce qui concerne Ciba-Geigy qui dispose d'un éventail de plusieurs milliers de produits, pour trouver les méthodes les plus aptes à réduire ou à éliminer les produits secondaires qui ne peuvent pas être dégradés biologiquement, il faut établir un catalogue de tous les polluants et mettre au point des méthodes pour les produits les plus importants, et aussi trouver une technologie pratique pour chaque composé ou groupe de composés, ce qui exige des années de recherches.

Quant à l'élimination des sels minéraux solubles dans l'eau (suivant le calcul du Dr. Gysin) en admettant un dosage de 3 grammes de sels par litre d'eau, cela représenterait 45 tonnes de sels par jour, pour une production de 15 000 m<sup>3</sup> d'effluents par jour. Or, le Rhin reçoit les eaux usées d'innombrables usines échelonnées de sa source à son embouchure. Il s'ensuit que la grande quantité de sels déversés dans le Rhin constitue un problème lorsque l'eau de ce fleuve est la source principale d'eau potable (en particulier aux Pays-Bas).

Considérant les frais élevés que nécessitent ces mesures, il faut mettre au point des méthodes qui évitent les déchets, plutôt que d'éliminer ces polluants après leur formation. Il faut toujours préférer les mesures préventives aux mesures curatives. Le Dr. Gysin souligne que « c'est une utopie de croire que l'industrie chimique arrivera à mettre au point des procédés ne laissant aucun produit secondaire. Après recyclage et incinération finale, il restera toujours une certaine quantité de déchets solides. Une chimie sans déchets

solides n'est pas réalisable, même s'il était possible de réduire les déchets gazeux et liquides à un strict minimum ». L'incinération doit être limitée aux produits non utilisables, et les cendres doivent être déposées de façon à n'avoir aucun effet sur l'environnement. Comme tout demande de l'énergie et vu le coût croissant de la production d'énergie, il faut trouver un optimum entre ce qui doit être recyclé et retransformé en substances utilisables et ce qui doit être incinéré.

La protection des cultures a été l'objet de l'exposé de M. Daniel C. Wagnière (Ing. agr. dipl. E.P.F., M.B.A. Harvard), membre de la direction de la Division agrochimique et chef du Marketing International, Sandoz S.A., à Bâle.

Le rôle de la chimie dans les rapports de l'homme avec l'agriculture, comme producteur ou consommateur, n'a pu être qu'esquissé et pour rendre son exposé plus clair, l'auteur se limita à ne parler que de la protection des cultures contre les différents agents ravageurs : maladies, parasites et mauvaises herbes. Les moyens dont on dispose sont d'une part agronomiques (tels que le choix et la sélection des variétés cultivées ou l'emploi de techniques culturales) et chimiques, et d'autre part les méthodes phytosanitaires nouvelles (telles que la lutte biochimique ou biologique), et enfin les méthodes physiques.

Parmi les méthodes culturales, l'emploi de variétés résistantes est souvent le meilleur moyen de lutter contre les ennemis des plantes cultivées. L'exemple classique est celui de la vigne européenne, menacée d'extinction dans la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle par les attaques du puceron « *Phylloxera vastatrix* » et sauvée grâce au greffage des cépages européens sur des vignes américaines résistantes. De même, il existe des variétés de pommes de terre qui résistent à certains virus et des variétés de blés résistant aux rouilles.

Une autre méthode est celle de la rotation des cultures qui diminue le risque d'infection par des organismes en empêchant que ceux-ci ne retrouvent chaque année le même hôte végétal (piétin-verse des céréales).

Une troisième méthode est le travail du sol, qui permet de combattre certains insectes et surtout les mauvaises herbes. Parmi d'autres méthodes, on cite la destruction des résidus des récoltes, des plans de fumures équilibrées, le drainage des terres, l'irrigation, la taille des arbres. Toutefois, bien que les méthodes culturales continuent à jouer un rôle important, l'agriculture moderne, basée sur des principes industriels, tend à simplifier et à standardiser les pratiques traditionnelles. Ainsi, par exemple, la rotation fait place à la monoculture, ce qui crée des conditions qui favorisent le développement d'insectes ravageurs et de mauvaises herbes.

La lutte chimique traditionnelle emploie les produits phytosanitaires suivants :

les insecticides (contre les insectes et les acariens ravageurs, et qui servent aussi à la protection des êtres humains et des animaux contre les insectes vecteurs de maladies) ;

les herbicides (contre les végétations indésirables dans les cultures ou dans les espaces non agricoles : routes, voies ferrées, aérodromes, etc.) ;

les fongicides (pour la protection des plantes et de leurs semences contre des infections par champignons) ;

les rodenticides (protection contre les rongeurs : rats, souris, etc.) ;

les nématicides (contre les nématodes, parasites pouvant provoquer de graves infestations des sols maraîchers) ;

les mollusquicides (contre les escargots et limaces).

Les produits ci-dessus cités ont représenté en 1971, sur le plan mondial, un marché d'environ 14 milliards de francs suisses (environ 2 % du volume total des produits chimiques).

La lutte contre les insectes à l'aide de bactéries joue un rôle économique important et celle à l'aide de virus est actuellement à l'étude. Les pratiques phytosanitaires tendent vers l'utilisation de substances ayant des effets précis sur des organismes précis, mais les produits complexes dont les champs d'application sont très spécifiques, coûtent bien plus cher que les substances plus simples à action polyvalente. Ainsi l'insecticide préparé à partir de « *Bacillus thuringensis* » est d'un prix supérieur à celui de produits conventionnels, ce qui limite son utilisation.

La lutte contre les insectes par action sur leurs prédateurs et leurs parasites pose encore de multiples problèmes. La lutte dite « intégrée » cherche à associer aux méthodes biologiques un complément de lutte chimique. Cette forme de lutte doit tenir compte des particularités de la région où elle est pratiquée et elle exige des produits spécifiques contre l'espèce visée et sans action sur les autres insectes présents.

En conclusion, la protection de l'agriculture doit s'opérer avec des moyens phytosanitaires, et parmi ceux-ci les techniques chimiques présentent une efficacité qui leur vaut d'être sans concurrence. Toutefois, si les techniques chimiques ont fait leurs preuves, il faut savoir les dominer et les améliorer, en raison de leur persistance qui peut provoquer une accumulation dans l'organisme ou dans les denrées alimentaires ; des risques pour l'homme et pour la faune ; des effets négatifs sur certains prédateurs et parasites des insectes nuisibles ; enfin le développement de la résistance chez les ravageurs combattus.

« La chimie, la terre et les engrais », ce thème fut l'objet de l'exposé de M. R. Rutti (Ing. agr. E.T.H.), Directeur du département des engrais et d'agrochimie de la S.A. Lonza, à Bâle, qui passa en revue les questions relatives à la physique du sol, à la chimie du sol, à la vie microbienne du sol, à la nutrition des plantes, à la fumure de la plante et aux engrais, engrais minéraux et engrais phosphatés. La place nous manquant pour rendre compte avec l'ampleur voulue les idées de l'auteur, nous nous limiterons à ses

constatations résumées au terme de son exposé, et notamment au sujet des rendements des végétaux qui, comparés à ceux d'il y a vingt ou cinquante ans, ont été fortement améliorés grâce au pouvoir génétique. En créant des variétés plus productives, surtout des hybrides, les rendements du maïs par exemple, ont été doublés en vingt ans. Il faut des sols riches et des cultures bien menées. Cependant, la qualité des produits est primordiale bien que le rendement soit important aussi. M. Rütli parle en particulier de la valeur intrinsèque des produits qui n'a jamais été aussi élevée qu'aujourd'hui. Les fourrages par exemple, sont plus riches en amidon et en protéines de haute qualité. Ils assurent un affouragement approprié aux hauts rendements du bétail sans nuire à la santé des animaux, les légumes et les fruits sont d'une qualité plus équilibrée qu'il y a un demi-siècle. Et pour terminer, voici ce que la F.A.O. (dans son bulletin N° 16/1972) se propose :

La F.A.O. devrait poursuivre ses travaux pour encourager l'emploi d'engrais en vue de la lutte contre la sous-alimentation et pour un meilleur niveau de vie grâce à la production intensive d'aliments de haute qualité : le perfectionnement des méthodes de culture en vue de bénéficier des matières nutritives apportées par les engrais, enfin du choix le meilleur des engrais et du mode le plus économique de l'épandage.

On nous saura gré de mentionner encore le colloque où ont été discutés « la chimie, l'aliment et l'homme ». Du résumé dû à M. Claude Giddey (docteur ès sciences chimiques), Chef de recherches à l'Institut Battelle, retenons l'importance des additifs naturels ou synthétiques. Les additifs ont toujours été utilisés dans l'alimentation, mais jamais leur nombre n'a atteint les chiffres d'aujourd'hui. « Sommes-nous donc victimes d'une véritable agression de la chimie ? » se demande M. Claude Giddey, « les additifs sont-ils l'ennemi de notre civilisation ? » enfin : « Le progrès technologique nous conduit-il vers l'aliment artificiel ? » La réponse ne peut guère être positive, car la chimie, sous ses divers aspects, apporte une contribution des plus précieuses à la solution des problèmes fondamentaux de l'alimentation, et en conséquence aussi au bien-être de l'humanité, à son avenir et à la qualité de la vie.

## Communiqués et informations

### Séminaires de l'École Normale Supérieure

Les séances ont lieu dans la Salle des conférences du Laboratoire de chimie (rez-de-chaussée), 24, rue Lhomond, Paris-5<sup>e</sup>.

Mardi 12 février 1974, à 17 heures,  
M. Charles Descoins :  
*Aspects physiologiques et moléculaires de la communication chimique chez les insectes.*

Mardi 19 février 1974, à 17 heures,  
M. C. Agami :  
*Acidités et basicités en phase vapeur. Conséquence des études expérimentales sur la compréhension des effets inductifs et de solvation.*

Mardi 26 février 1974, à 17 heures,  
M. C. Blomberg :  
*Le solvant dans la chimie des organomagnésiens.*

Mardi 5 mars 1974, à 17 heures,  
M. S. Julia :  
*Applications en synthèse des carbanions de sulfures : I. Sulfures simples.*

Mardi 19 mars 1974, à 17 heures,  
M. S. Julia :  
*Applications en synthèse des carbanions de sulfures : II. Sulfures portant une fonction auxiliaire.*

### Conférences du Groupe des laboratoires de Thiais

Elles auront lieu le lundi, à 10 heures, dans l'Auditorium, 2, rue Henri-Dunant, 94320 Thiais.

Lundi 18 février 1974,  
M. J. Normant :  
*Emploi d'organocuvieux en synthèse.*

### Conférences de l'Institut de Chimie des Substances Naturelles de Gif-sur-Yvette

Les conférences auront lieu, à 11 heures, dans l'amphithéâtre de l'I.C.S.N.

Jeudi 21 février 1974,  
M. J. Solms (Food Science and Technology, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Agrikulturchemisches Institut) :  
*Ligands-binding studies in food model systems.*

Vendredi 1<sup>er</sup> mars 1974,  
M. Boue (Université Libre de Bruxelles) :  
*Propriétés de diènes linéaires conjugués électriquement excités.*

Lundi 4 mars 1974,  
M. K. Schaffner (Université de Genève) :  
*Photochemistry of  $\alpha,\beta$ -Unsaturated Ketones : Specifically  $\pi \rightarrow \pi^*$ -Induced Processes.*

Lundi 18 mars 1974,  
M. Margaretha (Université de Genève) :  
*Aspect stéréochimique de la photochimie des oxa-énones cycliques.*

### Conférences

Le Dr. Pierre Vendryès présentera les jeudi 21 et 28 février 1974, 5, rue de l'École de médecine, deux conférences sur le thème :  
*La révolution biologique contemporaine et l'aléatoire.*

### Stages de formation permanente de l'Université de Strasbourg I

*Techniques d'exposé oral.*

Programme :

Préparation d'un exposé, technique oratoire, technique du tableau,

technique des projections, préparation et utilisation des clichés, exposés traduits simultanément, techniques de réponses à des questions.

Le stage se déroulera au Centre culturel Saint-Thomas, 2, rue de la Carte-Haute, 67000 Strasbourg, le lundi 25 ou le mardi 26 février 1974 (au choix) de 9 à 12 heures et de 14 à 18 heures, sous la responsabilité de M. G. Ourisson, Président de l'Université Louis Pasteur. Les frais de participation sont de 400 f. (repas de midi compris). Renseignements et inscriptions : Département d'éducation permanente, Université Louis Pasteur, 4, rue Blaise Pascal, 67070 Strasbourg-Cedex. Tél. (88) 36.57.52 (366).

### **Stages du Centre de perfectionnement des Industries chimiques de Nancy**

#### 1. Bases scientifiques du génie chimique

25 février-1<sup>er</sup> mars et  
30 septembre-4 octobre

*Cycle général destiné aux ingénieurs non-spécialistes de génie chimique. Cycle servant d'introduction aux cycles spécialisés décrits ci-après.*

#### 2. Thermodynamique chimique.

4-8 mars.

*Application aux équilibres physiques et chimiques des grandes synthèses minérales et organiques, du cracking, de la distillation, de la métallurgie, des réfractaires...*

#### 3. Bases modernes de la chimie organique.

11-15 mars.

*Apport de la chimie théorique à la connaissance des structures et des réactivités des molécules. Présentation cohérente et pratique de la chimie moderne.*

#### 4. Cinétique chimique.

18-22 mars.

*Lois de vitesse. Processus élémentaires. Cinétique homogène. Catalyse hétérogène. Phénomènes de transport.*

#### 5. Théorie des réacteurs chimiques

22-26 avril

*Méthodes générales du « génie de la réaction chimique ». Problèmes de rendement, de sélectivité, d'extrapolation, de conduite optimale et de stabilité.*

#### 6. Extraction liquide-liquide

6-10 mai

*Hydrodynamique des colonnes. Mélangeurs. Décanteurs. Facteurs d'efficacité du transfert de matière. Modélisation. Extrapolation.*

#### 7. Évaluation économique des projets

13-17 mai

*Intérêt économique des idées de recherche. Opportunité de poursuivre le développement. Valeur économique d'une implantation industrielle.*

#### 8. Optimisation

10-14 juin

*Cycle d'initiation aux théories de l'optimisation. Les conférenciers abandonneront parfois, dans un souci d'efficacité, la rigueur mathématique pour souligner plutôt l'esprit d'une méthode, ses possibilités et ses limites.*

#### 9. Techniques spectroscopiques

10-15 juin

*Infrarouge. Raman. Ultraviolet. R.M.N. R.P.E. E.S.C.A. Absorption atomique. Bases et exemples d'application.*

#### 10. Génie chimique et opérations pharmaceutiques

27-31 mai

*Enseignement de génie chimique adapté aux problèmes de l'industrie pharmaceutique. Propriétés physico-chimiques de la matière. Bases fondamentales du génie chimique appliquées à l'écoulement dans les milieux poreux, à l'agitation, à la mise en suspension, à l'extraction, au séchage des poudres...*

#### 11. Fluidisation.

17-21 juin

*Réacteurs à lit fluidisé. Rhéologie des poudres. Transport pneumatique. Exemple de calcul complet d'un réacteur industriel.*

#### 12. Absorbants et réacteurs gaz-liquide

7-11 octobre

*Calcul des colonnes à plateaux, à pulvérisation, à bulles et à garnissage. Réacteurs gaz-liquide tubulaires, à cuve agitée, à lit fixe. Extrapolation.*

#### 13. Commande des processus industriels

14-18 octobre

*Le modèle mathématique d'un processus. Sa détermination expérimentale. Son utilisation pour la commande optimale. Exemples d'application.*

#### 14. Filtration des liquides

14-18 octobre

*Filtration sur support et filtration dans la masse. Lavage et essorage des gâteaux. Membranes. Adjuvants. Floculants.*

#### 15. Bases de la chimie macromoléculaire

21-25 octobre

*Synthèse et caractérisation des composés macro-moléculaires. Propriétés physiques des polymères et des copolymères.*

#### 16. Antipollution : traitement des eaux résiduaires

4-8 novembre

*Méthodes de calcul des unités d'épuration d'eaux résiduaires d'industries chimiques, pétrolières, métallurgiques, alimentaires.*

#### 17. Distillation

18-22 novembre

*Méthodes de calcul de colonnes de distillation de mélanges complexes. Détermination du point de fonctionnement économique.*

#### 18. Réacteurs catalytiques à lit fixe

25-29 novembre

*Concepts de base et applications industrielles : déshydrogénation ou oxydation d'hydrocarbures. Synthèses de  $NH_3$  et de  $SO_3$ .*

#### 19. Antipollution : traitement des effluents gazeux

2-6 décembre

*Législation. Hydrodésulfuration des combustibles, réglage de la combustion. Dépoussiérage. Absorption et adsorption des polluants gazeux. Calcul des cheminées.*

*Les demandes d'inscription de renseignements complémentaires sont à adresser au :*

*Centre de perfectionnement des industries chimiques, Bâtiment E.N.S.I.C. Rue Henri Déglin,*

*54042 Nancy Cedex*

*Tél. (28) 52.01.42., poste 201  
(28) 24.07.22.*

#### **2<sup>e</sup> Journées de R.M.N. Marseille 18, 19, 20 mars 1974**

Lundi 18, U.E.R. de Pharmacie

9 h 30, Inauguration des journées sous la présidence de Monsieur le Ministre J. Comiti.

10 h 30, Conférence de M. Ernst (Zurich) :

*Développements récents en R.M.N.*

11 h 30, Discussion.

11 h 45, Conférence de

M. Fromageot (C.E.N. Saclay) :

*Applications de la R.M.N. à la détermination de la structure de molécules biologiques : Exemple de l'angiotensine.*

12 h 45, Discussion

15 heures, Séance de communications relatives aux molécules biologiques.  
19 heures, Cocktail.

Mardi 19, U.E.R. des Sciences

9 h 30, Conférence de M. Rendall (Londres) :

*Les hétéroatomes.*

10 h 30, Discussion.

10 h 45, Conférence de M. Spragg (Londres) :

*La spectroscopie Infrarouge.*

11 h 45, Discussion.

12 heures, Démonstration sur appareil «  $^{13}\text{C}$  Transformée de Fourier ».

15 heures, Séance de communications relatives aux hétéroatomes.

18 h 30, Départ pour Aix-en-Provence.

Dîner libre à Aix-en-Provence.

21 h 30, Concert d'orgue en l'église Saint-Jean-de-Malte à Aix-en-Provence.

Mercredi 20, U.E.R. de Pharmacie

9 heures, Démonstration sur appareil de R.M.N. à supra conducteur.

10 heures, Conférence de M. Dunan (Cameca) :

*Problèmes posés par la R.M.N. à haut champ.*

11 heures, Discussion.

11 h 15, Conférence de M. Brévard (Brucker) :

*Temps de relaxation spin-réseau en R.M.N.  $^{13}\text{C}$ . Théorie et méthodes de mesure. Applications à des phénomènes physico-chimiques et biologiques.*

12 h 15, Discussion.

Après-midi libre consacré à des démonstrations sur les appareils exposés.

Pour tous renseignements supplémentaires s'adresser à :

Secrétariat des 2<sup>e</sup> Journées de R.M.N., Faculté de pharmacie, 27, Boulevard Jean-Moulin 13385 Marseille Cedex 4. Tél. : (91) 47.28.40, Postes 517 à 519.

### Communiqué de l'A.F.D.A.C.

L'A.F.D.A.C. (Association Française de Documentation Automatique en Chimie) organise pour ses adhérents une session de formation à la rédaction des profils documentaires destinée aux documentalistes et aux chercheurs, les 18, 19 et 20 mars 1974 à l'Union des industries chimiques, 64, avenue Marceau, Paris 8<sup>e</sup>.

Quelques places peuvent être réservées aux représentants d'entreprises ou d'organismes désireux de s'informer des possibilités de la documentation automatique.

Le programme comprend :

des informations générales sur les imprimés et les bandes magnétiques correspondantes (CAC1, CAC2, POST et CBAC) édités par le Chemical Abstracts Service,

l'exposé des règles de logique

utilisées pour l'interrogation du fonds documentaire par voie automatique.

Ces exposés seront complétés par des

séances d'exercices portant sur des cas concrets variés.

Pour tous renseignements, prière de s'adresser à : A.F.D.A.C., 88, avenue Kléber 75116 Paris. Tél. : 553.65.19+.

### XIII<sup>e</sup> Rencontre des enseignants de la chimie dans le premier cycle

La XIII<sup>e</sup> Rencontre des enseignants de la chimie dans le premier cycle de l'enseignement supérieur aura lieu à Angers les 25, 26 et 27 mars 1974. Les principaux thèmes retenus pour cette Rencontre, sont :

*Tendances actuelles des pratiques pédagogiques pour la formation de l'esprit scientifique.*

*Moyens audio-visuels.*

*Enseignement programmé.*

*Utilisation du livre.*

*Contrôle des connaissances...*

Les participants éventuels, n'ayant pas reçu l'imprimé de pré-inscription, sont priés de s'adresser d'urgence à : Faculté des Sciences d'Angers, XIII<sup>e</sup> Rencontre, M. Mornet, Boulevard Lavoisier, 49045, Angers Cedex.

### La pratique des indicateurs nucléaires en chimie

L'Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires organise une session d'études sur ce thème, du 16 avril au 17 mai 1974.

Cette session, de cinq semaines, s'adresse à des chercheurs, ingénieurs et techniciens désireux acquérir rapidement les bases théoriques et les connaissances pratiques indispensables à l'emploi des radioisotopes et des isotopes stables en chimie (analyse de traces, études de réactions chimiques, travaux de génie chimique, etc.). Elle donne lieu à la délivrance d'un certificat reconnu par la C.I.R.E.A. en vue de l'autorisation d'emploi des radioéléments.

Toute demande de renseignements est à adresser à : Secrétariat de l'I.N.S.T.N., « Pratique des Indicateurs Nucléaires en Chimie », B.P. n<sup>o</sup> 6, 91190 Gif sur Yvette, Téléphone : 941.80.00, poste 24-19.

### Sessions de formation permanente de l'E.N.S. des Mines de Saint-Étienne

Le Département de chimie et génie industriel de l'environnement de l'École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne et la Chambre de Commerce et d'Industrie de Saint-Étienne et Montbrisson organisent conjointement depuis plusieurs années des semaines de formation permanente destinées aux ingénieurs et aux responsables des établissements publics et privés. Le thème général de l'année 1974 portera sur l'environnement avec

l'examen de trois problèmes particuliers.

Le programme de chaque session comporte des conférences techniques, des discussions, des présentations d'appareils et des visites d'installation.

Session 1 : 22-26 avril 1974

*Mesure de la pollution atmosphérique. Gaz poussières*

Prélèvements. Échantillonnage. Étallonages. Méthodes chimiques d'analyse. Méthodes physiques d'analyse. Comparaison des différentes techniques. Réseaux de mesures.

Session 2 : 24-28 juin 1974

*Élimination des déchets (urbains et industriels).*

Aspects généraux du problème. Classification et qualification des déchets. Techniques de traitement des résidus urbains. Exemples d'élimination de déchets industriels. Perspectives d'avenir.

Session 3 : 21-25 octobre 1974

*Pollution des eaux d'origine industrielle.*

Propriétés physicochimiques des solutions et des suspensions aqueuses. Traitements physiques. Épuration chimique. Recherches technologiques.

Pour tout renseignement :

École Nationale supérieure des Mines de Saint-Étienne, Centre C.G.I.E., 158 bis, cours Fauriel 42023 Saint-Étienne Cedex.

### Journées de calorimétrie et d'analyse thermique

L'A.F.C.A.T. et le G.T.E. organisent en commun, les prochaines « Journées de calorimétrie et d'analyse thermique » qui se tiendront les 9 et 10 mai 1974 à l'Université de Rennes I (Avenue du Général Leclerc à Rennes-Beaulieu). Quatre sessions sont prévues avec les thèmes suivants :

Sessions 1-2

*Étalonnage en calorimétrie et en A.T. : exposé, justification et estimation du niveau de confiance des différents procédés d'étalonnage utilisés en calorimétrie et A.T.*

Session 3

*Détermination par calorimétrie et analyse thermique des grandeurs thermodynamiques liées aux transformations de phases. Méthodes directes (A.C. et A.T.) et indirectes (mesure d'enthalpies, de chaleurs spécifiques, de chaleurs de dissolution...) de détermination des enthalpies de transformation.*

Session 4

Communications libres : *calorimétrie et analyse thermique.*

Chaque session comprendra huit communications d'une durée de vingt minutes.

Les frais d'inscription à ces Journées sont fixés à 110 F.

Une prochaine circulaire précisera le programme et les modalités d'inscription.

L'organisation de ces Journées a été confiée à J. P. Auffredic et C. Carel. Pour tout renseignement, écrire au Secrétariat des Journées de calorimétrie et d'analyse thermique, Laboratoire de cristallographie, U.E.R. « S.P.M. », Université de Rennes, 35031 Rennes Cedex.

### Stages de formation continue

Le Centre d'Études Nucléaires de Cadarache, la Société des eaux de Marseille, l'Institut Universitaire de Technologie de Marseille, et l'École Supérieure de Chimie, organisent pour l'année 1974 cinq stages de perfectionnement ayant pour thème :

- 1° *Les méthodes chromatographiques*, 6 mai 74 au 11 mai 74.
- 2° *Les méthodes électrochimiques*, 27 mai au 31 mai 74.
- 3° *Les méthodes analytiques de contrôle des eaux urbaines et usées*, 9 septembre au 13 septembre 1974.
- 4° *Les traitements d'épuration des eaux*, 16 septembre au 20 sept. 74.
- 5° *Les mécanismes de transfert « Atmosphère, sol, air »*, 23 septembre au 28 septembre 74.

Pour tous renseignements s'adresser à : M. Jacques Estienne, Institut Universitaire de Technologie, rue des Géraniums, 13337 Marseille Cedex 3.

### Rencontre annuelle de la Société Française des Thermiciens

La prochaine Rencontre annuelle de la Société Française des Thermiciens aura lieu à Toulon (La Tomate, Résidence de la Coupiane, La Valette, Var), les lundi 20 et mardi 21 mai 1974. Elle est ouverte non seulement aux membres de la S.F.T., mais également à toutes les personnes intéressées. L'organisation est assurée avec le concours de M. J. Millet, Président de la Section « Techniques non classiques de conversion de l'énergie » de la S.F.T., aidé des Présidents des autres Sections de la S.F.T. et d'un Comité local.

Cette manifestation importante aura pour sujet d'étude :

*La métrologie en thermique et thermodynamique.*

Elle bénéficiera de la collaboration du Bureau National de Métrologie. Des exposés seront présentés par des Universitaires et des Chercheurs pour faire le point des méthodes de mesures au niveau du laboratoire ; d'autres, par des Industriels, permettront de connaître l'état des techniques de mesures utilisées dans différentes industries, leurs limites et les besoins de ces industries en méthode et en

appareillage. De la confrontation des idées des participants, spécialistes d'une part et utilisateurs d'autre part, pourra naître une collaboration étroite en posant les problèmes dans les deux langages du physicien et de l'ingénieur.

Le programme de ces Journées est le suivant :

1. *Le B.N.M.*, ses buts et ses moyens. Le système Comet.
2. *Les besoins des utilisateurs* : la sidérurgie ; l'industrie de production d'électricité ; les industries chimiques ; Le génie climatique ; l'industrie du pétrole ; l'industrie aéronautique ; la bioclimatologie ; la médecine ; l'industrie textile ;...
3. *Les possibilités des spécialistes* ; mesure des températures (en particulier températures de surface, températures de gaz, températures dans les milieux poreux) ; mesure des flux thermiques, des quantités de chaleur, des capacités calorifiques des solides, des liquides et des gaz ; étalonnage en calorimétrie et en analyse thermique. Substances de références ; mesure des variations rapides de pression.

Le 22 mai est en principe prévue, pour ceux que cela intéressera, une visite guidée d'un méthanier en construction à la Seyne : une telle construction pose des problèmes de thermique (transfert de chaleur, dilatation) et de thermodynamique (équilibre liquide-gaz, dissipation et récupération d'énergie). Les organisateurs ont pensé que ce serait une excellente illustration des deux journées précédentes.

Les personnes intéressées voudront bien s'adresser au Secrétariat exécutif local : Rencontre annuelle de la Société Française des Thermiciens, Mlle L. Chevalier, Centre de Recherches de Microcalorimétrie et de Thermochimie du C.N.R.S., 26, rue du 141° R.I.A., 13003 Marseille, Tél. : 62.78.74. Le programme détaillé sera envoyé à toute personne qui en fera la demande en écrivant à l'adresse ci-dessus.

### Colloque sur les moments électriques moléculaires et les propriétés des fluides

Ce colloque international, organisé sous le patronage de la Société de Chimie Physique, se tiendra à Nancy du 15 au 17 juillet 1974.

Le Colloque se composera de conférences générales et de communications. Les conférenciers invités traiteront des points suivants : *Méthodes de mesure de moments moléculaires multipolaires. Absorption induite par multipôles dans les liquides. Moments multipolaires et interactions de paires.*

*Interactions dipolaires et multipolaires dans les liquides.*

*Interactions multipolaires et forme des raies spectrales.*

*Moments électriques et structure moléculaire.*

Pour tous renseignements, s'adresser à M. J. L. Rivail, Case officielle 140, Université de Nancy 1, Laboratoire de chimie théorique 54037 Nancy Cedex.

### Colloque sur la réactivité chimique, électrochimique et les propriétés catalytiques des polymères à l'état solide

Ce colloque organisé par le Laboratoire d'énergétique électrochimique, sous l'égide du Groupe Français d'Étude et d'Applications des Polymères se tiendra les 10 et 11 septembre 1974, à l'Université Paris Val-de-Marne, Avenue du Général-de-Gaulle, 94000 Créteil.

Les thèmes suivants seront abordés : *Transfert réversible de groupes fonctionnels.*

*Propriétés acide-base.*

*Propriétés de formation de complexe.*

*Propriétés d'échange d'électrons.*

*Propriétés catalytiques.*

*Applications éventuelles.*

Ces divers thèmes seront exposés par des conférenciers invités et complétés par des communications courtes (30 minutes discussions comprises) des participants.

Pour tous renseignements complémentaires et propositions de communications, veuillez vous adresser à : M. L. T. Yu, Laboratoire d'énergétique électrochimique, Centre Multidisciplinaire, Avenue du Général-de-Gaulle, 94000 Créteil. Tél. : 207.92.22 poste 425.

### 12° Conférence sur la pesée continue en atmosphère contrôlée

La 12° Conférence sur les techniques de pesée en atmosphère contrôlée se tiendra, du 23 au 26 septembre 1974, à l'Université de Lyon sous la présidence de M. Charles Eyraud.

Les communications porteront sur les sujets suivants :

*Appareillages de pesée et appareillages annexes (régulateurs de température, contrôle de pression à l'intérieur des balances, etc.)*

*Applications en physique et chimie.*

Pour tout renseignement s'adresser à : Mme M. Escoubes, Laboratoire de chimie appliquée et de génie chimique, B.P. 6010, 69604 Villeurbanne Tél. (78) 52.07.04 poste 35.67.

### 3° Journées d'étude des polymères

Les 3° Journées d'étude des polymères auront lieu dans la région du Mans, du 29 septembre au 5 octobre 1974. Nous rappelons que tout participant à

ces Journées est tenu de présenter une communication concernant ses plus récents travaux et que d'autre part, aucune participation partielle ne peut être envisagée étant donné la nature de cette réunion.

Les frais de participation sont les suivants :

Frais d'inscription : Membres du G.F.P. : 75 francs; non Membres du G.F.P. : 120 francs.

Frais de séjour : (Pension complète, boisson non comprise) 350 francs. Ces prix peuvent être revisables en fonction de la conjoncture économique. Les modalités de versement seront précisées dans la circulaire n° 2 où toutes précisions utiles vous seront données relatives au déroulement de ces Journées.

Une fiche de pré-inscription doit être envoyée aux organisateurs. En faire la demande au secrétariat : Laboratoire de chimie organique macromoléculaire, Centre Universitaire, Route de Laval, 72000 Le Mans, Tél. (43) 28.72.79. Le nombre de participants étant limité impérativement à cinquante personnes, vous serez avisé de l'acceptation de votre participation par le Comité d'organisation au plus tard le 31 mars 1974.

#### Concord V

Concord V, Groupe de concertation de chimie de coordination, se réunira, du 30 septembre au 3 octobre, à la Colle-sur-Loup près de Nice. Il y aura des exposés généraux, des tables rondes, beaucoup de discussions, pas de communications spécialisées. Pour tous renseignements écrire à M. Postel ou M. J. Riess, Laboratoire de chimie minérale, Institut de Mathématiques et Sciences Physiques, Parc Valrose, 06034 Nice Cedex.

#### Second colloque sur la chimie physique de la combustion

Le Groupe de recherches de chimie physique de la combustion organise, du 21 au 25 octobre 1974, à l'Université de Poitiers, en collaboration avec le Centre National d'Études Spatiales, le second colloque de chimie physique de la combustion sur le thème :

*Propriétés de l'hydrazine et ses applications comme source d'énergie.* Ce colloque international est placé sous le patronage de l'organisation Européenne de Recherche Spatiale (C.E.R.S.-E.S.R.O.).

Les principaux sujets qui seront abordés au cours du colloque sont :

*Connaissance fondamentale de l'hydrazine* : propriétés physico-chimiques; réactivité de l'hydrazine; thermique, catalytique et aux électrodes; compatibilité avec les matériaux.

*Utilisation de l'hydrazine* : application aux moteurs spatiaux : moteurs à

décomposition catalytique, problèmes posés par les catalyseurs, moteurs à décomposition thermique; applications industrielles : générateurs de gaz, piles à combustibles...

Pour tous renseignements, inscriptions, propositions de communications, s'adresser au Centre National d'Études Spatiales, Département des Affaires Universitaires, 129, rue de l'Université, 75327 Paris Cedex 07.

#### Relation entre processus catalytiques hétérogènes et homogènes

A l'occasion du vingt-cinquième anniversaire du C.E.R.I.A., la Société Chimique de Belgique, en collaboration avec celui-ci, organise ce colloque international sous l'égide de la Province de Brabant les 23, 24 et 25 octobre 1974 à Bruxelles. Le Colloque aura pour thème les parentés entre processus catalytiques homogènes et hétérogènes et les similitudes entre espèces actives et étapes élémentaires dans les deux types de catalyse.

Afin de faire ressortir ces similitudes ou des différences essentielles, une part approximativement égale sera faite aux contributions à ce thème général s'appuyant sur des résultats ayant comme point de départ, respectivement, la catalyse homogène et la catalyse hétérogène. Deux types de sujets seront donc discutés :

*Interprétation de phénomènes de catalyse hétérogène grâce aux notions de base de la catalyse homogène* : effets de modificateurs ou d'adjuvants de sélectivité, effets particuliers de support.

*Hétérogénéisation de la catalyse homogène* : catalyse en phase liquide supportée, ancrage de catalyseurs organométalliques, etc...

Le thème commun aux deux parties doit être la recherche de l'image de la coordination du métal.

Pour tous renseignements s'adresser à : G. Jannes, C.E.R.I.A., Avenue Émile Gryson, 1, 1070 Bruxelles, Belgique. (Téléphone : 02/23.20.80, ext. 353).

#### Symposium international : Nucléosides et activités biologiques

Cette réunion se tiendra à Montpellier les 28-30 octobre 1974.

Pour l'instant la liste des conférenciers s'établit comme suit :

J. J. Fox, Sloan Kettering Institute for Cancer Research.

J. D. Montgomery, Southern Research Institute.

L. B. Townsend, University of Utah.

W. Pfeleiderer, Université de Constance. Pour tous renseignements s'adresser à

M. J.-L. Imbach, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Laboratoire de chimie bio-organique, Place E. Bataillon, 34060 Montpellier Cedex.

#### 65<sup>e</sup> Exposition de physique

Organisée par la Société française de Physique, la 65<sup>e</sup> Exposition de physique se tiendra dans les halls du Parc des expositions de la Porte de Versailles, à Paris, du 9 au 14 décembre 1974.

Elle réunira, comme elle le fait depuis des années, les stands des grands laboratoires nationaux et étrangers et ceux des établissements industriels spécialisés dans la recherche et la fabrication des appareils de physique. L'intérêt de cette manifestation scientifique est dû à la haute qualité du matériel exposé et à l'originalité des expériences présentées.

On se souvient des dernières Expositions de physique qui ont eu lieu, en 1969, en 1971 en même temps que le Salon du laboratoire, et tout récemment, en avril 1973, exposition jumelée avec « Mesucora 73 », qui a remporté un vif succès.

La 65<sup>e</sup> Exposition de physique reprendra en 1974 la formule utilisée en 1971 en se tenant aux mêmes dates que le « Salon du laboratoire 74 » et dans des locaux contigus. La jonction de ces manifestations complémentaires est appréciée aussi bien des visiteurs que des exposants.

L'ensemble des présentations des deux expositions fournit en effet aux physiciens, aux chimistes et aux biologistes, la réponse aux problèmes d'instrumentation qu'ils peuvent se poser aujourd'hui.

Pour tous renseignements : Exposition de physique, Société Française de Physique, 33, rue Croulebarbe, 75013 Paris. Tél. 707.32.98.

Déléguée à l'exposition :

Mme M. Brylinski.

#### Création de l'Association francophone de spectrométrie de masse des solides (AFSMAS)

Une nouvelle association groupant des laboratoires français, belges, suisses et hollandais intéressés à l'analyse des solides par spectrométrie de masse à étincelles et à émission ionique secondaire, a été constituée dans le but de :

faciliter les échanges d'informations scientifiques et techniques entre ses membres et avec des groupes similaires existant déjà dans d'autres pays ;

permettre des discussions en groupe à l'occasion d'une réunion annuelle où pourront être invités des spécialistes mondialement reconnus dans ce domaine ;

rechercher de nouveaux

développements ainsi que d'améliorer la qualité des résultats analytiques.

Le siège de l'Association, sous la présidence actuelle de M. G. Bouvy, est situé au Centre National d'Études des Télécommunications (CNET), 22301 Lannion (France).

### **Appel d'offres 1974 de l'Action complémentaire coordonnée Rhône-Alpes « Matériaux composites de grande diffusion »**

#### *Objectifs et politique du comité régional*

L'Action complémentaire coordonnée Rhône-Alpes concerne les Matériaux composites de grande diffusion. Elle n'est pas, à ce titre, concurrente des autres actions concertées de la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique, mais leur est complémentaire.

Elle n'est pas exclusivement réservée à la région Rhône-Alpes. Toutes propositions venant d'autres régions peuvent être prises en considération par le Comité.

C'est ainsi que l'Action complémentaire coordonnée Rhône-Alpes est concernée par :

- la fabrication, l'amélioration, le calcul des propriétés physiques et chimiques, le comportement au feu, au choc, à la lumière, le vieillissement de tout matériau composite.
- l'utilisation des matériaux composites pour l'amélioration du confort, des propriétés acoustiques et thermiques...
- l'application des matériaux composites au logement, à la construction mécanique, à l'emballage, au transport et à la lutte contre la pollution.

Fort de l'expérience des deux années précédentes, le Bureau a considéré qu'il était nécessaire d'admettre les deux processus suivants de détermination des sujets de recherche concertée :

le premier à partir de l'expression d'une idée, le deuxième découlant du constat motivé de besoins.

Cette dernière voie constitue une innovation importante du Bureau qui accepte d'examiner des problèmes pour lesquels aucune solution valable n'est encore apparue.

Dans ce cas, si le Bureau estime, après examen, qu'une solution peut être envisagée par le biais des matériaux composites, il favorisera la création d'un groupe susceptible de prendre en compte et de mener la recherche concertée correspondante. Les groupes de recherche ainsi constitués pourraient associer avantageusement l'auteur du besoin avec des spécialistes de laboratoires universitaires et industriels.

#### *Procédure.*

Pour éviter tous travaux inutiles, le Bureau demande à ce que les personnes intéressées fassent connaître *par une simple lettre d'intention* leurs idées ou leurs problèmes.

La lettre exprimant les idées devra toutefois permettre au Bureau de juger de la nature et de l'ampleur des travaux, de la concertation envisagée, du montant total de l'opération et de la participation demandée à la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique.

Cette lettre d'intention sera transmise, en 3 exemplaires, au plus tard le 25 février 1974 au Bureau de l'Action complémentaire coordonnée Rhône-Alpes, Préfecture du Rhône, Service de la Mission régionale, 69269 Lyon Cedex 1, à l'attention de M. Juillet.

Tous renseignements complémentaires peuvent être demandés à M. Juillet ou Mlle Béraud, Tél. 60.55.41 poste 4610.

#### *Recommandations*

En guise de conclusion, le Bureau tient particulièrement à attirer l'attention des auteurs de propositions sur les points suivants :

- l'Action complémentaire coordonnée Rhône-Alpes ne doit pas devenir une source de financement automatique pour les laboratoires.
- la concertation déjà pratiquée entre laboratoires doit être renforcée et conduire à la présentation d'un projet unique où le rôle de chaque partenaire devra être défini avec précision (désignation d'un maître d'œuvre, présentation d'un programme de recherche et d'un planning). Il est rappelé que ces regroupements doivent faire l'objet d'accords précis entre partenaires, y compris et surtout en matière de propriété industrielle. Le Bureau se limite, le cas échéant, à suggérer les rapprochements souhaitables.

c. La Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique insiste sur les difficultés de reclassement des chercheurs sous contrats à l'échéance de ceux-ci et sur le fait qu'elle n'a pas pour mission de permettre le financement d'équipements lourds. Il n'est pas recommandé pour les laboratoires d'État ou universitaires de recruter du personnel technique sur dotation de la recherche pour la seule durée de celle-ci.

### **Appel d'offres 1974 de l'Action complémentaire coordonnée « Chimie moléculaire du fluor »**

L'industrie chimique des composés fluorés moléculaires est intéressante à plusieurs égards, et les industriels français producteurs de telles molécules ont pris conscience que

devait se développer une nouvelle génération de produits fluorés très élaborés, nécessitant des connaissances, des réactifs et des méthodes particulières à ce type de produits. Ces industriels n'ont pas trouvé en France tout le potentiel de recherche nécessaire au développement d'une chimie qui doit toucher aussi bien l'industrie pétrolière de gros tonnage que l'industrie pharmaceutique de produits très élaborés. Il y a donc en la matière une motivation industrielle réelle suffisamment importante pour que se développe, en amont, une prise de conscience des laboratoires de recherche français de l'intérêt tant technique que scientifique présenté par ce domaine étendu à l'étranger (en Grande-Bretagne en particulier) et dont une certaine partie s'insère harmonieusement dans le cadre des sciences pour l'ingénieur.

On peut citer quelques exemples, non limitatifs, des types d'applications liées aux caractéristiques spécifiques de l'élément F, que l'on peut déjà entrevoir pour les molécules peu ou per fluorées :

- forte électronégativité : superacides et applications en catalyse d'isomérisation ; chélates perfluorés et leurs applications tant analytiques que catalytiques potentielles ; générateurs électrochimiques ;
- faible polarisabilité : tension superficielle très faible des chaînes perfluorées, applications à la modification des énergies de surface, à la volatilité des chélates, à la dissolution des gaz ;
- faibles « dimensions » : modifications des comportements par exemple biologiques, des molécules peu fluorées en des positions adéquates ;
- propriétés spectrales uniques : utilisation de l'élément F en tant que marqueur, soit stéréochimique en R.M.N. soit en spectrographie de masse, ou marqueur d'interactions intramoléculaires par l'analyse du temps de relaxation du noyau F.

L'intérêt que peut présenter ce besoin aval, convergeant vers la chimie du fluor, doit permettre, d'un point de vue scientifique, d'une part de développer des travaux pluridisciplinaires fructueux entre organiciens, minéralistes, physico-chimistes et biochimistes, et d'autre part l'ouverture des chercheurs vers la chimie d'un élément novateur par ses caractéristiques mais insuffisamment étudié en France. De la même façon cette action devrait permettre de promouvoir une meilleure collaboration entre chercheurs, producteurs et utilisateurs de molécules fluorées utiles.

La Délégation Générale à la

Recherche Scientifique et Technique a donc décidé de lancer, à titre expérimental, une Action complémentaire coordonnée portant sur les thèmes présentés dans l'appel d'offres ci-après.

### I. Nouveaux agents de fluoration

Il existe un certain nombre de molécules utiles en tant que réactifs de fluoration; parmi les dernières en date, on peut citer  $\text{MoF}_6$ ,  $\text{CH}_3\text{OF}$ ,  $\text{PF}_5$ . Il paraît nécessaire d'en trouver de nouvelles et d'en préciser les domaines d'application en synthèse. Si la perfluoruration électrochimique des chaînes aliphatiques est utilisée techniquement, la fluoruration électrochimique sélective reste à mettre au point (mécanisme; recherche des conditions de la synthèse sélective).

### II. Méthodes spécifiques d'introduction du fluor sur des substrats organiques.

Parmi les réactifs nouveaux ou anciens, les domaines d'application sont loin d'avoir été tous envisagés et exploités; des recherches semblent utiles dans deux domaines en tout cas :

- fluoruration sélective de substrats organiques, notamment fluoruration contrôlée des sites insaturés;
- perfluoruration : greffage sur un substrat perfluoré ou non, en particulier à l'aide d'agents de perfluorométalliques, préparation d'intermédiaires de synthèse à chaînes perfluorées, et obtention de composés perfluorés  $\alpha$ ,  $\omega$  bifonctionnels.

### III. Applications

On recherchera des structures peu ou perfluorées dont l'application est possible dans des domaines liés à :

- propriétés de superacides; propriétés de tension superficielle; propriétés d'absorption et d'anticorrosion; propriétés pharmacologiques; propriétés spectrales, etc...

Le développement des connaissances sur la liaison fluorélément (influence du fluor sur la structure électronique, géométrique et la réactivité des composés moléculaires) sera encouragé dans le cadre des thèmes précédents.

### IV. Observations importantes

Le Comité entend rappeler aux éventuels demandeurs et plus particulièrement aux universitaires, qu'il se pose souvent à l'heure actuelle des problèmes de reclassement pour les chercheurs sous contrat à l'échéance de celui-ci. Un délai de cinq mois est nécessaire, à compter de la décision du Comité pour que les contractants puissent disposer

des fonds qui leur sont attribués. Tout retard apporté dans les réponses aux questions posées par l'administration pour la rédaction définitive du contrat prolongera ce délai.

Les destinataires de l'appel d'offres retiendront enfin que, pour faciliter l'organisation des travaux du Comité scientifique, il est proposé comme *date limite d'envoi des projets le 1<sup>er</sup> mars 1974 à 18 heures*. Le Comité sera ainsi en mesure de faire connaître les résultats d'une première sélection courant avril 1974. Néanmoins, les demandeurs gardent la possibilité de déposer leurs projets au-delà de ce délai en acceptant toutefois le risque de les voir traités plus tardivement et dans le cadre d'une enveloppe plus réduite.

Tous les projets devront être adressés en 30 exemplaires à : Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique, Affaires Scientifiques et Techniques, 35, rue Saint-Dominique, 75007 Paris en portant explicitement mention du destinataire : Comité « Chimie moléculaire du fluor ».

Des renseignements complémentaires peuvent être demandés à :

M. Martin, Conseiller Scientifique et Technique, DGRST, 551.74.30, 551.89.10, 555.52.78, Poste 307.

M. Derai, Chargé de Mission, DGRST, 551.74.30, 551.89.10, 555.52.78, Poste 384.

Mlle Dain, Assistante DGRST, 551.74.30, 551.89.10, 555.52.78, Poste 385.

### Prix Bardet 1974

Le Groupement pour l'Avancement des Méthodes Spectroscopiques et physico-chimiques d'analyse (G.A.M.S.) décerne chaque année un prix, le Prix Bardet, du nom de son premier Président, destiné à récompenser un travail expérimental d'appareillage ou de méthode présentant un incontestable caractère novateur et ayant fait l'objet d'une publication en langue française dans les deux années qui précèdent celle de sa distribution. Le montant en sera, pour 1974, de 1 500 F.

Le travail doit s'inscrire dans le cadre des activités du G.A.M.S., savoir, notamment :

*la spectrométrie d'émission,*  
*la spectrométrie de flamme,*  
*d'absorption ou de fluorescence atomiques,*  
*la spectrométrie moléculaire (absorptions I.R., visible, U.V., effet Raman, R.M.N., etc.),*  
*la spectrométrie X (émission X, fluorescence X, diffraction X),*  
*la spectrométrie de masse,*  
*la spectroscopie photoélectronique (E.S.C.A.),*  
*la chromatographie en phase gazeuse,*

sans que cette énumération soit limitative.

Il peut s'agir d'un travail de thèse, ou d'une recherche effectuée dans des laboratoires universitaires, industriels ou d'administrations, que ces laboratoires soient adhérents ou non au G.A.M.S.

Les travaux, publiés en langue française, en 1972 ou en 1973, devront être adressés, en trois exemplaires, au Secrétariat du G.A.M.S., 10, rue du Delta, 75009 Paris, et postés au plus tard le 31 mai 1974 (le cachet de la poste faisant foi). Joindre un curriculum vitae.

### L'Afnor communique : La normalisation des produits chimiques à usage industriel

La révision des normes françaises T 20-520 à 526 (décembre 1962) sur les silicates de sodium et de potassium et T 20-500 à 509 (de 1960) sur l'analyse chimique et physique de l'acide phosphorique et des phosphates condensés, a abouti à leur remplacement par de nouveaux textes et à l'élaboration de onze autres documents nouveaux, tous d'intérêt international (en rapport avec les travaux du Comité technique ISO/TC 47 « Chimie »). Pour toute commande et tous renseignements s'adresser à l'AFNOR, Tour Europe, Cedex 7, 92080 Paris La Défense ou à ses délégations régionales.

### La vie universitaire

#### Nominations

Par décret, en date du 7 décembre 1973, le titre de professeur honoraire des universités est conféré à Mlle François (Marie-Thérèse), ancien professeur de l'université de Nancy-I (section Pharmacie), admise à la retraite.

Par décret, en date du 11 décembre 1973, le titre de professeur honoraire des universités est conféré à M. Gautier (Jean), ancien professeur de l'université de Paris-V (Section Pharmacie).

Par décret en date du 18 décembre 1973, le titre de professeur honoraire des universités est conféré à M. Malangeau (Pierre), ancien professeur de l'université de Paris-XI (Section Pharmacie).

#### Nouvelles du C.N.R.S.

M. Fernand Gallais, Membre de l'Institut, professeur à l'université Paul Sabatier de Toulouse, est nommé Directeur du laboratoire de chimie de coordination créé à compter du 1<sup>er</sup> janvier 1974,

**62 Réunions**

Assemblée générale du jeudi 14 mars 1974, à Paris

Division de chimie analytique : Table ronde sur la chromatographie en phase liquide des mercredi 13 et jeudi 14 mars 1974, à Lyon

Division de chimie organique : Journée parisienne du jeudi 14 mars 1974

Division de l'enseignement de la chimie : Journée du jeudi 14 mars 1974, à Paris

Section de Rouen : Séance du mercredi 13 mars 1974

**63 Communiqués**

Assemblée annuelle 1974 : présentation et envoi des résumés des communications

Division de chimie analytique : Journées d'étude du Groupe de thermodynamique expérimentale

Division de chimie organique

Division de chimie physique et minérale

**64 Nouveaux Membres**

**64 Demandes et offres diverses**

## Réunions

### Assemblée générale du 14 mars 1974

Une Assemblée générale se tiendra le jeudi 14 mars 1974, à 9 heures, avant la Journée parisienne de chimie organique (voir ci-dessous), dans l'amphithéâtre A de l'École Nationale Supérieure de Chimie, 11, rue Pierre-et-Marie-Curie, Paris 5<sup>e</sup>. L'ordre du jour est le suivant :  
Modification des articles 20, 29 et 29 bis du règlement intérieur de la S.C.F.

### Division de chimie analytique

#### Table ronde sur la chromatographie en phase liquide

Cette table ronde, organisée par MM. Porthault et Lamotte, aura lieu à l'Université de Lyon I le mercredi 13 mars (après-midi) et le jeudi 14 mars (toute la journée). Les thèmes abordés au cours de ces Journées sont les suivants :

#### Mercredi 13 mars (après-midi).

*Rappels généraux sur la chromatographie liquide.  
La chromatographie sur couches minces : principalement l'influence des conditions expérimentales.*

#### Jeudi 14 mars (toute la journée)

*L'appareillage en chromatographie en colonnes à grande vitesse.*

*Les phases stationnaires.*

*L'exploitation des chromatogrammes. Les possibilités d'amélioration des résolutions.*

*La transposition des résultats de la couche mince à la colonne. Les possibilités de ces deux techniques en chromatographie préparative.*

Un programme plus détaillé est à la disposition de toute personne intéressée.

En raison du nombre de places limitées, il sera nécessaire de s'inscrire au préalable.

Pour tous renseignements complémentaires ou inscription, s'adresser à M. A. Lamotte ou M. M. Porthault, Laboratoire de chimie analytique III, Université de Lyon I, 43 Boulevard du 11 novembre 1918, 69621-Villeurbanne (Téléphone (78) 52.07.04, Poste 36.17 ou 35.38).

Le vendredi 15 mars les laboratoires du Groupe lyonnais de recherches sur les macromolécules organisent une réunion sur la chromatographie par perméation de gel, sous la présidence de M. Henri Benoit (Université de Strasbourg). Pour tous renseignements sur cette journée, s'adresser à M. André Revillon, L.A. 199. C.N.R.S. Institut de Catalyse, 39, Boulevard du 11 novembre 1918. 69100 Villeurbanne.

### Division de chimie organique

#### Journée parisienne du jeudi 14 mars 1974

Cette journée aura lieu, après l'Assemblée générale de la S.C.F., à l'École Nationale Supérieure de Chimie de Paris, amphithéâtre A, 11, rue Pierre-et-Marie-Curie, Paris (5<sup>e</sup>) (parking disponible rue Soufflot).

Le programme de cette journée est le suivant :

de 9 h 15 à 10 h 15, Professeur P. Potier (Institut de Chimie des Substances Naturelles) :  
*Analyse structurale et synthèses de nouveaux alcaloïdes.*

de 11 h 15 à 12 h 15, Professeur L. Ghosez (Université de Louvain) :

*Nouveaux réactifs pour la synthèse organique.*

de 15 à 16 heures, Professeur F. Minisci (Politecnico di Milano) :

*Macroscopic polar effects in radical reactions*

de 17 à 18 heures, Professeur V. Prelog (E.T.H. Zürich) :

*Geometric enantiomerism.*

Cette journée remplace le Séminaire S.C.F. du mois de mars.

### Division de l'enseignement de la chimie

#### Journée du jeudi 14 mars 1974

Une journée d'études concernant l'enseignement de la chimie en relation avec les problèmes de pollution aura lieu à partir de 9 heures, le 14 mars 1974, à l'E.S.P.C.I., 10, rue Vauquelin, Paris 5<sup>e</sup> (Amphithéâtre Paul-Langevin, escalier N, 2<sup>e</sup> étage).

Le programme de la réunion est le suivant :

Introduction par M. Mouvier (Professeur à l'Université Paris VII).

Des conférences seront ensuite présentées sur les thèmes suivants :

1. *La pollution atmosphérique*, par M. Chovin (Directeur du Laboratoire Central de la Préfecture de Police).

2. *Les aérosols*, par M. Bricard (Professeur à l'Université Paris VI).

3. *Aspects industriels de la pollution atmosphérique*, par M. Detrie (Président du CITEPA).

4. *Toxicologie expérimentale*, par M. Fournier (Professeur à l'Université Saint-Louis-Lariboisière).

5. *Toxicologie clinique*, par M. Gaultier (Professeur à l'Université Saint-Louis-Lariboisière).

6. *Pollution des eaux*, par M. Mazoit (Directeur du laboratoire de contrôle de la Ville de Paris).

7. *Exemple de pollution des eaux par une mine désaffectée*, par M. Faucherre (Professeur à l'Université Paris VII).

### Section de Rouen

#### Séance du mercredi 13 mars 1974

La prochaine réunion est fixée au mercredi 13 mars, à 16 heures, à l'I.N.S.C.I.R. Mlle Sylvie Boileau prononcera une conférence intitulée :

*Études physicochimiques de dérivés organométalliques complexés par les macrohétérobicycles.*

Les macrohétérobicycles découverts par J. M. Lehn et coll. sont d'excellents agents complexants des cations alcalins et permettent, pour cette raison, la dissolution des métaux alcalins et des sels correspondants dans des solvants de faible constante diélectrique. Les propriétés physicochimiques de ces solutions ont été

étudiées par résonance paramagnétique électronique, par spectrophotométrie dans l'ultraviolet et le visible ainsi que par conductivité.

(Laboratoire de chimie macromoléculaire,  
Université de Paris VI.)

## Communiqués S.C.F.

### Assemblée annuelle 1974

Organisée par la Section de Nancy, l'Assemblée annuelle de la Société Chimique de France se tiendra dans cette ville les 29, 30 et 31 mai 1974.

### Présentation, envoi des résumés des communications

Les résumés des communications de l'Assemblée annuelle, comme d'ailleurs tous les résumés destinés aux réunions de la S.C.F., doivent être présentés de la manière suivante :

- a) le titre de la communication souligné (éviter d'écrire le texte en lettres capitales) ;
- b) les noms des auteurs précédés de M., Mme ou Mlle et des initiales des prénoms ;
- c) le texte de la communication, d'une vingtaine de lignes au maximum, sera séparé des noms des auteurs par un double interligne (éviter de souligner les mots). Nous rappelons que les composés chimiques doivent être désignés par des chiffres arabes soulignés et que les formules développées doivent être dessinées avec le plus grand soin ;
- d) éventuellement la bibliographie, séparée par un double interligne du texte, doit être présentée conformément aux règles du Bulletin de la S.C.F. : noms des auteurs, titre de la revue souligné, année, numéro du tome doublement souligné, pages ;
- e) entre parenthèses et souligné, indiquer l'intitulé et l'adresse complète du laboratoire en évitant d'écrire le texte en lettres capitales.

Adresser les résumés *avant le 4 mars 1974* aux Secrétaires des Divisions de la Société Chimique de France :  
Division de chimie analytique : Mme D. Bauer, Laboratoire de chimie analytique, E.S.P.C.I., 10, rue Vauquelin, 75005 Paris ;  
Division de chimie organique : M. J. C. Depezay, Société Chimique de France, 250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris ;  
Division de chimie physique et chimie minérale : M. B. Besançon, Laboratoire de chimie minérale, Université René-Descartes, 4, avenue de l'Observatoire, 75270 Paris Cédex 06 ;  
Division de l'enseignement de la chimie : M. R. Guillaumont, Division de radiochimie, Bâtiment 100, I.P.N., Faculté des Sciences, 91400 Orsay.

### Division de chimie analytique

#### Assemblée annuelle

Le conférencier de la Division sera M. P. Chovin, Directeur du Laboratoire central de la Préfecture de Paris, qui parlera des *Méthodes modernes de dosage des principaux polluants atmosphériques*.

Les personnes désirant présenter des communications traitant de la chimie analytique dans ses applications à la pollution et à l'environnement, sont invitées à prendre contact avec Mme Bauer, Secrétaire de la Division de chimie analytique, 10, rue Vauquelin, 75005 Paris. (Tél. : 535.00.04).

### Groupe de thermodynamique expérimentale

Le Groupe de thermodynamique expérimentale organise, à Marseille, les 15 et 16 mars 1974, deux journées d'étude sur le thème :

*Propriétés thermodynamiques et utilisation des milieux ioniques fondus.*

Les personnes intéressées par cette réunion et qui souhaitent présenter une communication sont priées de contacter l'organisateur local et de lui faire parvenir titre et résumé le plus rapidement possible. Le texte complet doit lui être envoyé avant le 28 février 1974 (frappe machine, format 21 × 29,7 cm).

Le programme définitif des conférences et communications sera envoyé aux personnes intéressées en temps utile.

Le fascicule regroupant l'ensemble des travaux présentés sera remis à tous les participants lors de la réunion.

Organisateur local : Mme M. Gaune-Escard, Laboratoire de thermodynamique des sels fondus, associé au C.N.R.S., Université de Provence, Centre de St-Jérôme, avenue Henri-Poincaré, 13397 Marseille Cedex 4.

### Division de chimie organique

#### Groupe d'études de chimie organométallique

La deuxième réunion du Groupe d'Études de chimie organométallique, Gecom II, aura lieu du 27 au 30 avril à Roscoff (Finistère).

Ces journées sont destinées aux chercheurs de toutes catégories. Le nombre de participants est limité à 60 et le choix sera fait de telle sorte que les principaux thèmes de la chimie organométallique soient représentés.

Le programme scientifique consistera en conférences générales, en courtes communications que tout participant pourra être invité à exposer et en quelques discussions par thèmes.

Les personnes intéressées par cette réunion sont priées de poser leur candidature avant le 15 février en écrivant à : H. Patin, Laboratoire de chimie des organométalliques, 35031 Rennes-Cédex.

Des renseignements complémentaires peuvent être obtenus à la même adresse ou auprès des membres du Comité d'Organisation :

R. Dabard, Université de Rennes.

J. Dunoguès, Université de Bordeaux-Talence.

J. F. Fauvarque, École Normale Supérieure de Paris

J. C. Maire, Université de Marseille III.

P. Mazerolles, Université de Toulouse.

G. Soussan, Université d'Orsay.

#### Journées de chimie organique 1974

Les Journées d'automne de chimie organique 1974 seront organisées du mercredi 18 au vendredi 20 septembre 1974 dans les locaux de l'Université de Paris XI à Orsay.

Elles seront précédées par une séance solennelle consacrée à la commémoration du centenaire de la théorie du carbone asymétrique et en particulier de l'apport de Le Bel.

Cette séance aura lieu le mardi 17 septembre après-midi à la Maison de la Chimie à Paris.

### Division de chimie physique et minérale

#### Assemblée annuelle

Les communications portant sur l'étude structurale et les relations entre propriétés physiques et structure dans l'état solide ne seront pas acceptées dans le cadre

de l'Assemblée annuelle. Des journées d'automne qui auront lieu à Paris, en septembre 1974, leur seront consacrées.

### Nouveaux membres

Sont nommés membres de la Société Chimique de France :

Mlle Agnius-Delord Claudine, professeur (Mlle Alary et M. Luu Duc).

MM. Andrioly, ingénieur (MM. Michel et Pannetier).

Besson, ingénieur (MM. Michel et Pannetier).

Mme Biran Claude, maître assistant (MM. Duffaut et Dunoguès).

Mlle Caillet Arlette, chimiste (MM. Caillet et Bauer).  
MM. Choynet Jacques, assistant (MM. Deschanvres et Raveau).

Commereuc Dominique, ingénieur (MM. Mellin et Pannetier).

Dullin Roger, directeur Progil (MM. Michel et Pannetier).

Exinger Alfred, assistant (MM. Schreiber et Flammang).

Mme Hassanaly (MM. Dou et Vernin).

MM. Koenig Max, ingénieur (MM. Sanchez et Klaébé).

Lemoine, ingénieur (MM. Michel et Pannetier).

Mathieu Jean-Claude (MM. Michel et Pannetier).

Salager Jean-Louis, ingénieur (MM. Michel et Pannetier).

Mlle Thevet Françoise, assistant (MM. Flahaut et Rivet).

M. Tsatsaronis Ghorghios, professeur (MM. Michel et Pannetier).

### Demandes et offres diverses

Docteur en chimie, nationalité anglaise, 27 ans; plus. années de recherche en chimie organométallique, français et allemand, cherche poste à responsabilité. Écrire à Soc. Chimique n° 192.

A vendre

Bull. Soc. Chim. 1955-1972

Ecr. Soc. Chim. N° 193.

Importante Sté portugaise produits pharmaceutiques. Rech. pour Lisbonne chim. org., exp. niveau 3<sup>e</sup> cycle au moins. Travail et salaires intérés. Écr. avec C.V. détaillé à Soc. Chim. n° 194.

A vendre :

1 lot à céder en bloc, composé de :  
— 1 lampe à vapeur de mercure

haute pression de 450 W

Hanovia, Ref. 679 A 36,

— 2 filtres tubulaires Hanovia de

280 mm, l'un en vycor, Ref. 512 27 114,

l'autre en corex, Ref. 513 27 114,

— 1 transformateur pour alimentation

de la lampe ci-dessus, se branchant

sur secteur 220 V 50 Hz, avec

toutes connexions utiles.

Matériel *neuf*, n'a jamais servi.

En sus, 2 réacteurs *neufs*, en pyrex de

500 et 1 000 ml ad hoc.

2. Recherchons urgent une cuve en inox de 1 000 litres, fermée par hublot hermétique tenant la pression, avec double enveloppe permettant de chauffer et de refroidir, pouvant supporter une pression de 3 bars en marche normale (pression d'épreuve maxi. 6 bars). Avec manomètre,

soupapes de sûreté sur cuve et sur double enveloppe, robinet de vidange + agitateur fixé sur presse-étoupe pour tenir la pression. Écrire à M. J. J. Courtin, Castaigne S.A., B.P. 3005, 31023 Toulouse Cédex.

Chimiste, nationalité iranienne.

Doctorat préparé en Allemagne en

chimie organométallique. Cherche

emploi. Écrire à : M. Nezam Wessal,

Hôtel de la Poste, 25, rue de la Poste,

38000 Grenoble.

J. F. lic. chim. recherche trav. à domicile ou à temps partiel, à Nantes : bibliographie, tenue fichier, trad. angl. allem. 3 ans expér. dans labo., références. Écrire à Mme Berthier, 63, rue Bouchaud, 44000 Nantes. Tél. : 73.91.61.

# SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Reconnue d'utilité publique par décret du 27 novembre 1864

## DEMANDE D'ADHÉSION

*Je demande mon admission au titre de Membre de la Société Chimique de France.*

Nom et prénom : M., M<sup>me</sup>, M<sup>lle</sup> \* (en capitales) \_\_\_\_\_

Titres ou profession : \_\_\_\_\_

Adresse : \_\_\_\_\_

A \_\_\_\_\_ le \_\_\_\_\_ 197

Je désire adhérer :

- \* à la Division de chimie analytique.
- \* à la Division de chimie physique et chimie minérale.
- \* à la Division de chimie organique.
- \* à la Division de l'enseignement de la chimie.

MM. \_\_\_\_\_

présentent ma candidature.

Signature du demandeur : \_\_\_\_\_

Signature des parrains : \_\_\_\_\_

- Rayez la mention inutile.

## COTISATIONS ET SOUSCRIPTIONS 1974 DES MEMBRES DE LA S.C.F.F.

### PERSONNES PHYSIQUES (\*)

- Cotisation individuelle (\*\*)
- Souscription à l'Actualité Chimique F 75
- Cotisation complémentaire pour les couples F 25
- Souscription au Bulletin (tarif préférentiel réservé aux Membres)

— Type A (partie chimie analytique, chimie physique et chimie minérale) F 75

— Type B (partie chimie organique et bio-chimie) F 75

— Type C (les deux parties du Bulletin) F 150

— Supplément pour les Membres résidant à l'étranger (frais d'envoi des périodiques) F 50

Total à verser .....F

### PERSONNES MORALES (Sociétés, Laboratoires, Bibliothèques) (\*)

— Résidant en France F 500

— Résidant à l'étranger F 600

(\*) Mettre une croix au niveau de chaque option choisie.

(\*\*) Les étudiants de 3<sup>e</sup> cycle peuvent bénéficier d'un tarif préférentiel (F 50) en joignant la copie d'un certificat de scolarité.

Cette demande d'adhésion doit être envoyée au Secrétariat de la S.C.F.F., 250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris, accompagnée du versement correspondant (chèque bancaire à l'ordre de la Société Chimique de France ou virement postal, pour le compte 280-28 PARIS).



**FICHE DE CHANGEMENT D'ADRESSE  
POUR LES MEMBRES  
DE LA S.C.F.**

Remplir cette fiche uniquement si nous devons rectifier l'adresse à laquelle le Bulletin et « l'Actualité chimique » doivent vous parvenir.  
A renvoyer au Secrétariat de la Société Chimique de France, 250, rue St-Jacques, 75005 Paris.

NOM \_\_\_\_\_  
Prénom \_\_\_\_\_  
Ancienne adresse \_\_\_\_\_  
Nouvelle adresse \_\_\_\_\_  
Observations \_\_\_\_\_

Nota : Seuls les changements d'adresses signalés à l'aide de cette fiche seront pris en considération.

Nous vous rappelons que chaque changement d'adresse doit être accompagné d'un règlement de 5 F.

**Partie réservée à la Société Chimique de France  
(à ne pas remplir)**

Ancienne adresse \_\_\_\_\_  
Nouvelle adresse \_\_\_\_\_  
Ancienne référence \_\_\_\_\_ Nouvelle référence \_\_\_\_\_

**FICHE DE CHANGEMENT D'ADRESSE  
POUR LES ABONNÉS  
DE « L'ACTUALITÉ CHIMIQUE »**

Remplir cette fiche uniquement si nous devons rectifier l'adresse à laquelle « L'actualité chimique » doit vous parvenir.

A renvoyer au Secrétariat de la Société Chimique de France, 250, rue St-Jacques, 75005 Paris.

NOM \_\_\_\_\_  
Prénom \_\_\_\_\_  
Ancienne adresse \_\_\_\_\_  
Nouvelle adresse \_\_\_\_\_  
Observations \_\_\_\_\_

Nota : Seuls les changements d'adresses signalés à l'aide de cette fiche seront pris en considération.

Nous vous rappelons que chaque changement d'adresse doit être accompagné d'un règlement de 5 F.

**Partie réservée à la Société Chimique de France  
(à ne pas remplir)**

Ancienne adresse \_\_\_\_\_  
Nouvelle adresse \_\_\_\_\_  
Ancienne référence \_\_\_\_\_ Nouvelle référence \_\_\_\_\_





**Photographie de la page 4 de la couverture :**  
Structure micrographique du molybdène pur, après un long maintien isotherme 2 000° Kelvin.  
La coloration de grains est obtenue à l'aide d'un réactif oxydant découvert par le laboratoire de métallographie, chaque couleur représente une orientation cristalline définie.  
La photo montre les colorations obtenues après une attaque de 12 secondes à chaud.  
Matériau utilisé dans les convertisseurs thermoélectroniques, par le service d'Études Énergétiques du C.E.N./Saclay, pour les études sur la conversion directe de l'énergie atomique en énergie électrique.

