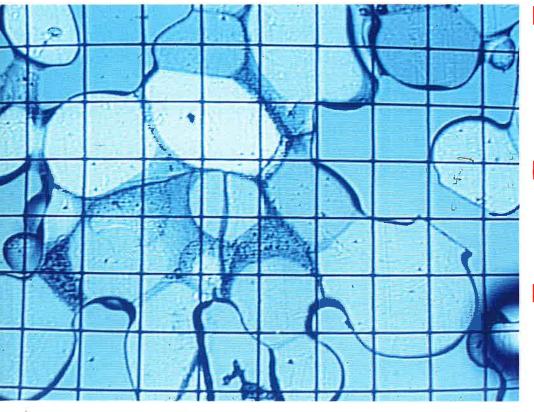
l'actualité chimique enseignement - industrie - recherche

Août-Septembre 1996

> N°5 ISSN 01519093



- Structure de la neige et risque d'avalanche
- L'ENSCP a cent ans
- Nouveaux programmes des classes préparatoires



ÉDITORIAL	Recherche-industrie: vers un nouveau partenariat, par G. Montel	3
RECHE PCHE	 Réalisation et observation de tranches minces de neige humide par trempe, par JB. Brzoska, C. Coléou, B. Lesaffre Conférence européenne sur la recherche en chimie des clusters métalliques, compte rendu établi par A. Simon, E. Samuel 	5 11
HYGIÈ N E - SÉCURITÉ	 Les sorbonnes de laboratoire. Considérations générales , par JC. Cornu, M. Gaillardin 	13
ENSEIG NEMENT	■ De la leçon de choses à la physique théorique, par R. Balian	21
	Les classes préparatoires, filière physique et chimie : programme de chimie de la 2e année	23
	 Épreuves sélectionnées des Olympiades nationales de la chimie. Chapitre 6 : Médicaments (A - Questionnaire) 	27
	■ Documentation pédagogique n° 9 : Chlorure de vinyle	40
HISTOIRE DE LA CHIMIE	 Chimie-Paris a cent ans, par B. Trémillon Léon Hulin (1861-1939): un pionner de l'industrie électrolytique française, par G. Delaunay 	43 54
LIVRES	•	57
EN BRE F		59
NOUVEAUTÉS		62

SFC INFO

I - VIII

- Activités de la SFC
- Nouvelles d'ailleurs



Coupe de neige humide observée en lumière transmise polarisée ; une mire de maille 0,25 mm donne l'échelle. Le voile gris, présent en certains endroits de l'amas de grains, est constitué de fines bulles gazeuses. Ces dernières signalent la présence initiale d'eau liquide entre les grains.

Rédaction

Rédacteur en chef Gérard Montel

Rédacteur en chef adjoint Thérèse Chaudron

Secrétaire de rédaction, coordination, réalisation, mise en page Evelyne Girard

Comité de rédaction

- G. Bram (GHDSO, Orsay)
- J. Buendia (Roussel Uclaf)
- P. Caro (Cité des Sciences)
- M. Carréga (div. Matér. polym.)
- A. Chauvel (IFP)
- J.-C. Depezay (com. inter. Ens.)
- J.-B. Donnet (SIM et ancien président de la SFC)
- D. Duprez (div. Catalyse)
- N. El Murr (div. Chim. Anal.)
- J.-P. Foulon (UDP)
- J.-P. Guetté (CNAM)
- B. Jacquet (SFC)
- C. Jeanmart (SFC)
- J.-M. Lefour (Polytechnique)
- J.-C. Mendelsohn (Elf Atochem)
- P. Millié (div. Chimie physique)
- Th. Ortega (clubs de jeunes)
- R. Ouliac (Rhône-Poulenc)
- G. Ourisson (ULP, Strasbourg)
- A. Picot (Prévention des risques chimiques, Gif-sur-Yvette)
- M. Quarton (div. Chim. solide)
- E. Samuel (div. Chim. coord.)
- J.-N. Verpeaux (div. Chimie organique)

Publication analysée ou indexée par

Chemical abstracts

la base de données PASCAL.

Édition

DUNOD Gauthier-Villars

SPES - Service des Périodiques 5, rue Laromiguière 75005 Paris

Tél.: 01 40 46 62 23 Fax: 01 40 46.62 21

Coordination éditoriale et fabrication

J.-F. Timmel

Maquette

Andréas Streiff

Imprimerie

AGP - 28240 La Loupe

ISSN 0151 9093

Commission nº 75.884

Publicité

Groupe Media Communication 23bis bd de la Varenne

94100 St Maur-des-Fossés Tél.: 01.41.81.01.12

Fax: 01.41.81.01.50

Abonnements

SPES BP 22

41354 Vineuil Cedex

Tél.: 02 54 50 46 12

Fax: 02 54 50 46 11

Prix de vente au numéro : 200 FF

La revue Actualité Chimique publiée sous la marque DUNOD est une publication de La SPES, société anonyme, constituée pour 99 ans au capital de 253 000 F. Siège social, 120 bd St Germain, Paris. P.D.G.:C. Binnendyk. Actionnaire: CEP Communication (99,68 % des parts). Direction de la publication: C. Binnendyk.

Tarifs

Chimie

L'Actualité Chimique (7 numéros par an) 1996

Particuliers/Institutions

L'Actualité Chimique Revue de la Société Française de

éditée par Dunod.

250, rue St Jacques, 75005 Paris, Tél.: (33-1) 40 46 71 60 Fax: (33-1) 40 46 71 61

France	1050 FF
Export	1260 FF

Etudiants*

France	420 F
Export	630 F

^{*} Sur présentation de la carte d'étudiant

Membres de la SFC

Tarif préférentiel

pour tous renseignements contacter la SFC

© DUNOD, 1996

Tous droits réservés Dépôt légal :septembre 1996

Toute représentation ou reproduction, intégrale ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur, ou de ses ayants droit, ou ayants cause, est illicite (loi du 11 mars 1957, alinéa 1er de l'article 40). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal. La loi du 11 mars 1957 n'autorise, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, que les copies et les reproductions strictement réservées à l'usage privé du coniste et non destinées à une utilisation collective d'une part, et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration.

Index des annonceurs

Gauthier-Villars IIe, IVe couv.

Masson

IIIe couv.

Techniques de l'ingénieur

p. 42

ÉDITORIAL

Une évolution importante, à laquelle la Société Française de Chimie est étroitement associée, et dont *L'Actualité Chimique* se fait l'écho depuis plusieurs mois, est en train de s'accomplir dans le domaine de la recherche, tout particulièrement en chimie.

Dans le numéro de janvier-février 1996 de *L'Actualité Chimique*, Jacques Joussot-Dubien, vice-président du Conseil Supérieur de la Recherche et de la Technologie, dessinait le sens d'une évolution souhaitable de la recherche publique vers une attention plus soutenue portée aux applications industrielles des connaissances acquises par la recherche fondamentale, en soulignant qu'il s'agissait là d'une condition de survie économique de notre pays et de notre continent à l'aube du 3e millénaire.

Dans le même temps, la Société de Chimie Industrielle organisait, conjointement avec notre Société, une rencontre du Club des directeurs scientifiques des entreprises de la chimie, dont l'intitulé : « Comment améliorer la rentabilité de la recherche publique », soulignait bien toute l'attention que l'industrie chimique porte à la « valorisation » de cette recherche.

L'Actualité Chimique a également rendu compte de cette réunion dans son

Recherche-industrie : vers un nouveau partenariat

numéro de janvier-février 1996. Parallèlement, depuis plus d'une année, la commission Innovation-Recherche de l'Union des Industries Chimiques travaillait à la réalisation d'un important document, où elle définit, à l'intention des acteurs de la recherche publique, des domaines

de recherche fondamentale en chimie où des progrès seraient nécessaires au développement industriel. Le rapport qui a été établi à l'issue de ces travaux présente un grand intérêt : il a été diffusé auprès de nombreux directeurs de laboratoires ; *L'Actualité Chimique* a publié sa présentation générale dans son numéro de mars-mai 1996, et la SFC est bien placée pour favoriser l'exploitation de ce rapport, dans la mesure où elle peut susciter des rencontres entre spécialistes de l'industrie et de la recherche publique d'où pourraient être dégagés des thèmes d'intérêt commun.

S'appuyant sur ce rapport, l'Union des Industries Chimiques a organisé en février 1996 un Forum des entreprises sur le thème : « Recherche et stratégie d'entreprise », où des témoignages intéressants et des idées nouvelles ont été présentés : *L'Actualité Chimique* en a rendu compte dans son numéro de juinjuillet 1996.

Notamment, une proposition, issue de l'industrie, visant à la conception d'une

stratégie de recherche commune dans le domaine précompétitif, entre recherche publique et industrie, a reçu un accueil très favorable. Cette démarche pourrait utilement compléter les collaborations plus ponctuelles, entre industrie chimique et laboratoires de la recherche publique, qui se sont très heureusement développées, dans l'intérêt des deux parties, depuis plusieurs décennies.

Mais les choses avancent vite, et les idées commencent à se concrétiser.

C'est ainsi que, au ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, l'évaluation des activités de recherche des établissements d'enseignement supérieur et de leurs laboratoires, tiendra compte désormais des efforts consentis en vue de valoriser les résultats de la recherche.

C'est ainsi que le 5e PCRD, en cours d'élaboration à Bruxelles, est destiné à soutenir des actions de recherche concertée entre recherche publique et industrie sur des thèmes considérés comme prioritaires pour le développement scientifique, technique et économique de l'Union européenne.

Enfin, un programme novateur, le programme REACTIF, conçu par le secrétariat d'État à la Recherche et le ministère de l'Industrie, en se référant, notamment, au projet Chimie Avenir de Rhône-Poulenc, vient d'être lancé en vue, justement, de promouvoir la collaboration entre industrie chimique et recherche publique, sur des thèmes prédéterminés. Il sera présenté dans *L'Actualité Chimique*.

Il nous a semblé particulièrement important d'attirer l'attention de nos lecteurs sur ce mouvement d'une ampleur exceptionnelle, qui devrait être de nature à donner à notre recherche une vigueur nouvelle, et à affirmer sans ambiguïté son rôle de plus en plus déterminant pour l'avenir.

Gérard Montel Rédacteur en chef

RECHERCHE

Réalisation et observation de tranches minces de neige humide par trempe

Jean-Bruro Brzoska* chercheur (lauréat 1995 du prix de la division Chimie physique de la SFC), Cécile Coléou* ingénieur, Bernard Lesaffre* technicien

Visualization of thin sections of wet snow by tempering

The observation of multiphase porous media is generally difficult. It is typically the case for wet snow, which simultaneously contains the three phases of water close together.

When tempering the system, its liquid parts are quickly frozen, producing numerous tiny gas bubbles. In a section of the frozen material, the bubbles are located where liquid water was present before the tempering. This allows to distinguish a posteriori liquid water from ice in a thin section of the sample.

Glace, trempe, coupes minces, croissance cristalline.

Ice, tempering, thin sections, crystal growth.

ans le cadre de la prévision du risque d'avalanches, le Centre d'Études de la Neige de Météo-france a développé un outil opérationnel de modélisation de la stabilité du manteau neigeux. De nombreux thèmes de recherche du Centre ont pour vocation d'affiner cette chaîne de modélisation.

Le modèle « Crocus » [1] qui simule l'évolution de manteau neigeux travaille à grande échelle (celle de l'épaisseur de la couche de neige). Il utilise une approche u nidimensionnelle bien adaptée à la stru cure nettement stratifiée des manteaux neigeux. Il est capable de calculer les changements de morphologie des grai ne de neige (sphéricité, angu-

losité, taille), y compris en présence d'eau liquide. L'échelle des grains n'étant pas compatible avec l'échelle de travail du modèle, ce dernier utilise pour ce faire des lois expérimentales de grossissement des grains, déterminées sur des échantillons de neige homogènes.

De par la structure unidimensionnelle de ce modèle, tous les flux d'eau liquide d'une strate à une autre sont évalués en considérant une répartition homogène de l'eau dans chaque strate ; lorsqu'une strate (simulée) a atteint sa valeur maximale de rétention d'eau (issue de données expérimentales), le modèle considère que tout apport d'eau ultérieur s'écoule par gravité dans la strate voisine.

Certains phénomènes, pourtant fréquents sur le terrain, ne peuvent être pris en compte par une approche de ce type [1].

Ainsi, au lieu d'être homogène, la percolation de l'eau à travers une couche de neige se concentre souvent dans des chemins d'écoulement préférentiels [2]. Le lien entre teneur en eau liquide d'une couche et écoulement d'un surplus d'eau à travers cette dernière est alors perdu. Quant à la formation et à la localisation de ces chemins préférentiels, elles ne

sont pas comprises à ce jour. On sait seulement d'expérience que l'ordre de grandeur de leur espacement est de quelques dizaines de centimètres ; le manteau neigeux prend alors un aspect « matelassé » caractéristique.

Par ailleurs, des couches saturées d'eau (donc bien au-delà de la valeur de rétention d'eau par capillarité), de faible épaisseur, se forment parfois entre deux couches de nature différentes. Lorsqu'elles viennent à geler, ces dernières forment alors un obstacle imprévu (par le modèle) pouvant perturber notablement la percolation de l'eau. Il s'agit par ailleurs de « points durs » potentiels susceptibles de modifier la stabilité du manteau neigeux.

En tout état de cause, la compréhension de ces phénomènes complexes n'est envisageable qu'après une étude fine du réarrangement des grains de neige humide sous l'effet de la capillarité. Dans le but de fournir une paramétrisation de ces phénomènes au modèle Crocus, un modèle de percolation avec changements d'états de l'eau dans la neige est actuellement à l'étude. Il aura évidemment besoin de fichiers expérimentaux de structure de neige humide (c'est-à-

Tél.: 76.6 3/9.00. Fax : 76.51.53.46. E.mail : je af-bruno brzoska@meteo.fr

^{*} Météo-Fr ance, CNRM, Centre d' Évdes de la Neige, 1441, rue de la Piscine, Domaine diversitaire, 38400 Sai niMartin d'Hères.

dire de vues en coupes) pour pouvoir être développé et validé.

L'obtention de telles vues en coupes est l'objet du présent travail réalisé au Centre d'Études de la Neige par les auteurs.

Position du problème

Il s'agit donc de visualiser en coupe un matériau hétérogène contenant une phase liquide. Ce problème est courant en biologie, et des solutions existent :

La plus courante consiste, après éventuelle coloration de l'échantillon (utilisation de teintures qui se fixent spécifiquement sur certains tissus), à déshydrater ce dernier puis à l'imprégner à la paraffine : il est alors prêt pour la coupe au microtome.

Lorsque la déshydratation de l'échantillon n'est pas applicable sans dégradation, on a généralement recours à la cryomicrotomie : l'échantillon est congelé et la coupe s'effectue au froid. Dans le cas de la neige, cette dernière approche est évidemment incontournable.

Cependant, le fait de travailler au froid ne suffit pas à régler le problème de la neige. Observer la neige humide signifie être capable de « saisir » le partage entre les phases liquide et solide de l'eau qui la constitue. Il s'agit en fait d'un problème débordant largement du seul cadre « neige et glace » : prendre un « instantané » d'un système en cours de solidification. Des domaines tels que métallurgie ou plasturgie des matériaux composites sont aussi concernés.

La méthode d'observation

Plusjeurs solutions, séduisantes par leur ap parente simplicité, s'avèrent inapplicables. Par exemple, simuler la neige humide en employant un autre liquide que de l'eau est à proscrire. La spécificité de la structure de la neige humide tient au fait que sa matrice solide (glace) a été façonn ée par la présence du liquide; par exemp le, il a été clairement montré [3] que la perméabilité à l'eau, à granulométrie et porosité égales, différait totalement de la neige à grains ronds aux billes de verne.

Pou $_{r}$ diverses raisons, l'emploi de colorar $_{\gamma l}$ s est difficilement envisageable. En effet, un front de solidification qui

avance chasse devant lui les impuretés du liquide (dont les colorants) : La trace de la position initiale du front (avant congélation de l'échantillon) ne peut être conservée de cette manière.

Par ailleurs, les impuretés chassées par le front se concentrent à son voisinage immédiat, dans la phase liquide dont le point de fusion s'abaisse par rapport à celui du liquide pur. Le simple fait de préparer de la neige humide avec de l'eau colorée change le comportement des interfaces eau-glace. Un colorant n'est en effet visible que dans la masse; son emploi oriente donc de fait vers une observation de coupes minces. Or, pour que ce colorant reste visible dans une tranche de 10 µm d'épaisseur, il faut qu'il soit concentré et donc clairement susceptible de perturber les interfaces liquide/solide.

D'autres voies, moins évidentes, peuvent être essayées, entre autres l'IRM. Cette technique est séduisante à plusieurs égards.

- Pas de coupe,
- On peut scruter l'échantillon dans tous les sens,
- La glace et l'eau liquide donnent des signaux très différents [4],
- Aucun additif dans l'échantillon.

Les principales limitations viennent de la résolution des appareils existants (0,1 mm semble actuellement un maximum) et de leur coût. La nécessité de préparer les échantillons et de les observer là où se trouve un microscope IRM (a priori ce lieu n'est pas une chambre froide) pose des problèmes délicats de « chaîne du froid » que nous n'avons pas encore résolus. Cependant, nous envisageons sérieusement d'avancer dans ce sens.

Dans l'immédiat, c'est une approche bien plus simple qui a été choisie : le regel rapide (ou « trempe ») de l'échantillon. La vie courante montre que de l'eau regelée lentement (par exemple dehors par rayonnement nocturne) forme une glace transparente, tandis que l'eau gelée plus rapidement (par exemple dans un congélateur) fournit une glace opacifiée par de nombreuses inclusions d'air.

En fait, plus le regel est rapide, plus les bulles formées sont petites et nombreuses [5]. En ajustant la vitesse de regel, on peut faire apparaître des bulles de gaz de la taille voulue dans la phase initialement liquide; c'est la mise en œuvre de ce principe qui est détaillée dans ce qui suit.

La préparation de l'échantillon : difficultés

Les particularités expérimentales découlent principalement de la nécessité de travailler au froid, depuis la préparation des échantillons [6] jusqu'à leur observation.

Si l'usage de basses températures est courant en expérimentation (microscopie électronique par exemple), le froid, généralement associé au vide, est le plus souvent employé pour figer le système que l'on observe. La neige humide contenant les trois phases de l'eau en coexistence, il est exclu de travailler sous vide; il faut alors gérer tous les problèmes d'hygrométrie et de givrage.

Pour limiter ces inconvénients, la quasi-totalité des organismes étudiant la glace réalisent leurs expérimentations dans un laboratoire froid; c'est notre cas.

Les échantillons de neige humide sont préparés dans un caisson isotherme à 0 °C (doubles parois remplies en permanence d'un mélange d'eau et de glace). De la neige naturelle (prélevée en montagne puis stockée à - 20 °C) y est tamisée. L'eau, à 0 °C, est amenée par le fond du caisson (par siphonnage), puis enlevée de la même manière à la fin du trempage. De cette manière, à chaque plan horizontal de l'échantillon correspond un même temps de contact avec l'eau.

Les échantillons de mesure proprement dits sont prélevés par carottage au centre de cet échantillon de neige humide. Ils bénéficient ainsi d'une isolation complémentaire, thermique et hygrométrique, constituée par les bords eux-mêmes de l'échantillon de départ.

Chaque mesure consiste au minimum en deux carottages, contigus, réalisés et traités au même instant, l'un par calorimétrie [7] froide (détermination de la quantité de chaleur nécessaire au regel de toute l'eau), l'autre par regel rapide.

Le premier prélèvement fournit directement la teneur en eau liquide (que nous appellerons TEL par la suite) globale de la neige prélevée, tandis que le second va permettre une localisation de cette eau liquide à échelle fine.

La procédure de congélation : un choix délicat

Les problèmes de regel rapide sont bien con nus des biologistes [8] qui cherchent à préparer des échantillons à la micros copie électronique (cryofixation). La difficulté majeure provient du fait que la conductivité thermique du matériau limite le flux de chaleur que l'on peut extraire de ce dernier. De forts gradients de température ne peuvent être produits qu'au voisinage du fluide réfrigérant, et la profondeur de trempe s'en trouve limitée.

Le regel de nos échantillons est effectué en y versant un liquide froid. La forte porosité de la neige (50 % ou plus) et sa perméabilité sont ici un avantage certain: chaque point de l'échantillon se trouve au plus à une fraction de millimètre d'un pore par lequel un fluide réfrigérant peut passer. Cependant, le réchauffement progressif du réfrigérant lors de son parcours dans la neige à 0 °C limite la profondeur effective de regel et doit être pris en compte.

Le choi x du liquide réfrigérant a son importance. Ce liquide doit naturellement être mon miscible à l'eau, avoir un point de fu sion très inférieur à 0 °C et un point d'ébullition positif.

En particulier, la présence de fractions volatiles ou gaz dissous, tels que le CO₂, doit être évitée : leur présence produit, en effet, une effervescence au contact de la neige à 0 °C et a occasionné plusieurs bris d'échantillon.

Il est au ssisouhaitable que ce liquide ait une fai ble viscosité pour s'écouler rapidement à travers l'échantillon à refroidir. Homis certaines huiles silicones, c'e st généralement le cas des liquides à baspoint de fusion.

Enfin, i l'importe que ce liquide soit mouillant pour l'eau comme pour la glace, afin de s'étaler librement sur les éventuels ménisques d'eau sans perturber leur profil

Nous a vons utilisé du *n*-pentane à -70 °C (une lempérature facile à obtenir avec de la neige carbonique), qui répond à ces spécifications. Le choix de la tempéra tune est un compromis expérimental permettant de former des bulles de ta ille suffisante (quelques µm) pour être phiervables en microscopie

optique, mais cependant assez petites et nombreuses pour « marquer » le plus possible de zones liquides, même étroites. Ce point sera discuté plus loin.

Un dernier point reste à vérifier : le regel de l'échantillon sera suivi d'une imprégnation destinée à le consolider avant la coupe. Afin d'éviter une mauvaise consolidation de l'échantillon, le produit d'imprégnation ne doit pas pouvoir se mélanger à des traces de liquide réfrigérant ; ce dernier doit donc pouvoir être totalement éliminé avant imprégnation. Le *n*-pentane s'élimine sans problème sous vide primaire ; sa tension de vapeur saturante étant très supérieure à celle de l'eau, une évaporation significative de glace durant cette phase n'est pas à craindre.

Une méthode de coupe mince adaptée à la neige

Cette technique a été mise au point par nos collègues suisses de Davos [9]. Il s'agit d'une adaptation aux basses températures des techniques classiques de coupe de matériaux poreux (béton, terre, mousses de polymères...) ou de consistance hétérogène (échantillons biologiques) par imprégnation de résines. Du diéthyl-phtalate à - 4 °C (PF - 5 °C, très peu miscible à l'eau, mouillant pour la glace) est introduit par siphonnage dans l'échantillon gelé, puis l'ensemble est laissé à - 20 °C jusqu'à solidification complète. Le bloc solide et compact est alors prêt à couper au microtome. Les opérations de coupe proprement dite et d'observation ont lieu vers - 15 °C.

A la différence des échantillons courants (biologiques), l'hétérogénéité mécanique du composite glace/phtalate solide ne permet pas de coupe directe en feuilles depuis le microtome ; la coupe s'effectue par rabotages successifs d'une face, puis de l'autre après collage sur une plaque de verre. Le joint est constitué par le phtalate d'imprégnation lui-même, collage et décollage étant obtenus respectivement par passages de - 4 °C à - 15 °C et inversement.

Lorsque la coupe a atteint l'épaisseur désirée (ici, typiquement 20 μ m), le phtalate cristallisé est fondu par addition d'une goutte de tétrahydronaphtalène (PF - 35 °C) teinté, et la coupe, désor-

mais très fragile car privée de toute cohésion, est immédiatement recouverte.

Comment obtenir des résultats exploitables

Ponctuellement, et seulement pour des grossissements assez importants, quelques observations de coupes massives (surfaces coupées d'échantillons consolidés) en lumière réfléchie ont pu être pratiquées. Cette approche est séduisante : la procédure de coupe proprement dite se résume à un passage de microtome, et la possibilité de coupes en série [9] offre d'intéressantes perspectives de reconstruction numérique des échantillons [10].

Elle présente cependant des difficultés expérimentales variées (problèmes optiques aux faibles grossissements, sublimation de la glace déformant la surface de coupe et lui ôtant son aspect de « miroir plan »...) encore mal maîtrisées. Cela explique notre choix actuel des coupes minces comme moyen d'étude systématique.

C'est pourtant sur ces vues en lumière réfléchie (non polarisée) que la structure en bulles des zones regelées est la plus nette, comme l'illustre la figure 1. Au sein d'une même phase (ici la glace), seuls des reliefs sur la surface de coupe (quelle que soit leur origine) peuvent produire des changements de teinte; en particulier, en lumière réfléchie non polarisée, d'éventuels changements d'orientation cristalline ne

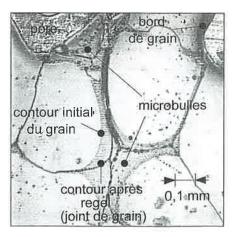


Figure 1 - Vue en lumière réfléchie (réflexion directe) d'une coupe massive de neige humide regelée par trempe.

L'espace poreux est comblé par du diéthyl-phtalate. Le dégradé de gris des bords de grains est dû à la sublimation de la glace près des bords.

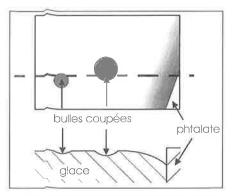


Figure 2 - Perception des reliefs en lumière réfléchie directe.

Le schéma du haut représente les reliefs tels qu'on les voit ; le schéma du bas est une vue en coupe du relief réel le long de l'axe AA, faisant apparaître au passage la cause des dégradés de couleur observés en bord de grains.

peuvent avoir d'effet. Le voile grisé nettement visible, aux bords nets, traduit ici une zone nettement plus rugueuse (voir *figure 2*) que le reste de la surface de glace coupée. La netteté des bords de cette zone qui rejoint des grains différents indique, par ailleurs, qu'il ne s'agit pas de bulles initialement présentes dans les grains de neige (qui seraient alors disposées aléatoirement).

L'observation des coupes minces entre polariseurs croisés apporte des arguments supplémentaires. La figure 3 montre deux vues d'un même échantillon sous deux polarisations différentes. Chaque grain présente une teinte de gris correspondant à son orientation cristalline. Cette teinte varie naturellement d'une vue à l'autre, alors que la zone de bulles conserve

son aspect: son motif plus sombre se superpose simplement à la teinte de fond que prennent les grains sous chaque polarisation.

On peut en déduire que :

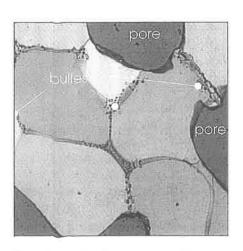
- Le regel rapide ne forme pas de microcristaux observables en microscopie optique.
- Chaque grain regelé possède une orientation cristalline uniforme, la structure visible n'étant constituée que de vides, c'est-à-dire de bulles.

La figure 4, une simple vue en transparence d'une coupe mince (lumière transmise non polarisée) montre simultanément les contours des zones de bulles et ceux des grains. Aux points où ils se raccordent, ces contours sont tangents; cette disposition est compatible avec la forme adoptée par un ménisque de liquide mouillant entre deux grains. L'eau présente sur la glace un angle de contact pratiquement nul [11], et l'on peut considérer ici qu'elle se comporte comme un liquide mouillant.

Enfin, il est à noter que lorsque la même procédure expérimentale (y compris l'étape de trempe au pentane froid) a été appliquée à un échantillon de neige humide que l'on a laissé regeler « naturellement » (à - 5 °C) après prélèvement, ces microbulles ne sont jamais observées.

Discussion

Un des effets recherchés par la trempe en métallurgie est de modifier la granu-



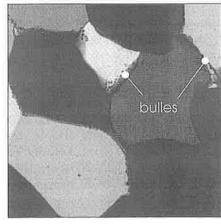


Figure 3 - Vues en lumière transmise polarisée.

A gauche : Coupe de neige humide d'épaisseur ~ 30 μm, milieu de remplissage teinté. Chaque grain présente une teinte de gris uniforme correspondant à son orientation cristalline. Le motif de regel rapide (bulles) se superpose en couleur sombre. A droite : La même coupe vue sous une polarisation différente. Les grains changent de teinte, mais le motif créé par le regel n'a changé ni de teinte (toujours sombre), ni d'aspect. Il continue à se super poser aux teintes existantes.

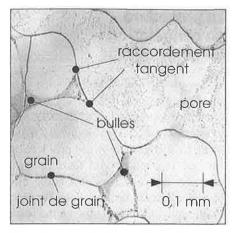


Figure 4 - Coupe d'épaisseur ~10 μm observée en lumière ordinaire.

Les bulles, ici très petites, apparaissent sous forme d'un voile gris uniforme présentant la forme caractéristique d'un ménisque capillaire (raccordement tangent des contours).

lométrie des cristaux de l'alliage [12]; les inclusions gazeuses (qui se produisent aussi avec du métal) sont toujours perçues comme « effets secondaires », c'est-à-dire mal perçues, (surtout par l'utilisateur : pailles dans l'acier, bris de pièces...).

Cependant, au lieu de la mosaïque de microcristaux qu'une analogie métallurgique pouvait nous faire attendre, nous venons de voir que, pour la neige humide, une trempe produisait une nucléation de bulles.

Il semble donc qu'en ce qui nous concerne, la situation soit bien différente. Nos expériences mettent en jeu les échelles caractéristiques suivantes :

- profondeur (locale) à regeler : 0,1 mm,
- diamètre moyen des grains : 0,5 mm,
- porosité: 60 %,
- diamètre moyen des pores : 0,5 mm,
- température du fluide réfrigérant :
 -70 °C.

Dans ces conditions, nous n'avons pratiquement jamais constaté de nucléation de glace: la croissance a eu lieu dans la majorité des cas à partir des grains existants (et en conservant leur orientation cristalline). Le fait que l'eau soit partout à proximité immédiate de gros monocristaux y est vraisemblablement pour quelque chose. Comparés à des noyaux de congélation, les grains sont clairement assimilables à des « plans infinis » de glace, sur lesquels la croissance cristalline est la plus favorisée d'un point de vue énergétique.

Dans cette configuration, le phéno-

mène dor nant est clairement la nucléation de bules gazeuses. Cet effet a été récemme n bien documenté par une équipe du Groupe de physique des solides de ussieu (GPS) [13].

Comme pour la nucléation de cristaux, un sous-refroidissement est nécessaire. Un autre préalable est qu'une phase solide soût déjà présente; elle va donc croître, chassant et concentrant devant elle les impuretés présentes dans le liquide. Le profil de concentration [14] est donné par le rapport entre vitesse du front de regel et vitesse de diffusion des impuretés (figure 5).

C'est la surconcentration à l'avant du front, déjà signalée comme une cause de perturbations lors de l'emploi de colorants, qui va ici servir de moteur à la formation des bulles. Si cette surconcentration en impuretés gazeuses dépasse la valeur de saturation du liquide en gaz, la nucléation des bulles devient possible.

Pour une nucléation de cristaux, les effets ther mique (sous-refroidissement) et chimique (surconcentration devant le front de re gel) sont antagonistes : un cristal déjà formé, en cours de croissance, enrichit le liquide qui l'entoure en impuretés. Le point de fusion du liquide s'abaisse, ainsi que le sous-refroidissement réel; la présence d'impuretés solubles (très difficile à connaître et à contrôler) est donc un frein à la nucléation de nouveaux cristaux.

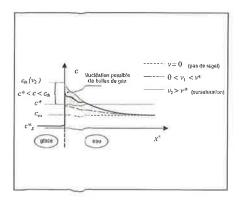


Figure 5 - Profi | tipe de concentration en gaz près du front de solidifiation, dans le repère mobile Ox' de ce front.

Dans le solid e β gauche), les trois courbes sont confondues et correspondent à la saturation en gaz. Dans l'eau, le s pofils ont une allure exponentielle tant que les concentrations ne dépassent pas la saturation c^* du liquide. Au delà, des bulles de gaz peuvent apparaître α le profil réel se situe quelque part dans la zone α risje : $c^* < c(x',t) \le c_{th}(x')$. Noter l'existence d'une vite s α critique α (α). Total front de congélation, α le que α che α congélation, α le que α che α congélation de bulles. Un gradient thermique minimu α onc α donc bien nécessaire.

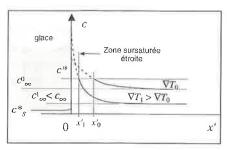


Figure 6 - Influences croisées du gradient thermique (intensité du regel) et de la concentration en gaz de la fraction liquide.

Pour une neige plus pure, la sursaturation sera atteinte pour un plus fort gradient et dans une région plus étroite.

Inversement, lors d'une nucléation de bulles gazeuses, ces effets thermique et chimique se complètent, le premier déclenchant le second en faisant croître le solide.

Par ailleurs, le fait de ne pas avoir accès à la concentration en gaz dissous n'est pas rédhibitoire : pour une concentration plus faible, la sursaturation en gaz sera atteinte (dans une région plus étroite [14] il est vrai) à une valeur plus élevée de sous-refroidissement (figure 6).

La relation entre sous-refroidissement et taille des bulles, mise en évidence depuis longtemps [5] semble ne pas être évidente : ainsi, la taille de la zone sursaturée ne constitue pas forcément une limite supérieure à la taille des bulles. Akamatsu et al. [13] ont montré que le solide croissait préférentiellement autour d'un bulle déjà formée, le résultat final pouvant être parfois la formation de très longues bulles tubulaires orientées dans le sens du gradient de température ; cette géométrie a déjà été observée dans la glace [15].

Un point reste encore à aborder : si nous pouvons d'ores et déjà affirmer que là où des microbulles sont présentes après la trempe, de l'eau liquide était présente avant la trempe, l'inverse n'est pas encore établi de manière quantitative. Il s'agit de mesurer la fraction d'une coupe renferment des microbulles. Ayant vérifié l'isotropie de nos échantillons, nous pouvons comparer directement cette fraction à la TEL déterminée par calorimétrie. Les problèmes de digitalisation des images compliquent l'analyse des résultats. Il semble pourtant, à première vue, qu'une partie de l'eau liquide échappe au marquage, en particulier dans les zones très étroites.

Cependant, si le mécanisme de crois-

sance des bulles proposé par le GPS Jussieu [8] s'avère applicable à notre système, il pourrait aussi fournir une explication à un marquage incomplet de l'eau liquide par les bulles.

Une condition nécessaire à leur formation est l'existence à l'avant du front de regel d'une zone sursaturée en gaz. Au début du regel, l'établissement de cette région sursaturée est précédée d'une étape transitoire durant laquelle la concentration en gaz croît à l'ayant du front sans atteindre encore la valeur de saturation. Le volume d'eau liquide « balayé » par le front de glace durant cette étape ne pourra pas être signalé par des inclusions de gaz. Ce phénomène sera d'autant plus marqué que l'eau sera pure, une façon simple de le minimiser étant d'augmenter la vitesse de regel (en utilisant un réfrigérant plus froid).

Le contrôle de la quantité de gaz dissous dans l'eau est difficilement envisageable; une qualification de ce type de mesures passerait alors par la mise au point d'une méthodologie permettant, pour des concentrations courantes en gaz, de confiner ce qui serait alors une erreur systématique dans des limites connues et acceptables.

Quoi qu'il en soit, nous disposons déjà d'une technique de localisation à échelle fine de l'eau liquide dans la neige.

Conclusion

Il est donc possible de prendre par trempe un « instantané » de l'état d'un système en cours de solidification. A l'issue de la trempe, la phase initialement liquide a subi un regel beaucoup plus rapide que le solide préexistant; des bulles de gaz s'y sont formées, et marquent « dans la masse » la phase initialement liquide dans l'échantillon regelé. Les emplacements occupés par du liquide sont visibles sur une coupe mince de l'échantillon.

Cette méthode s'apparente aux techniques dites de « décoration » utilisées couramment en mécanique des fluides (dispersion de paillettes dans l'écoulement dont l'orientation donne le sens des lignes de courant) [16], ou pour l'étude des cristaux liquides (inclusion de bulles qui s'alignent selon l'orientation locale du cristal liquide) [17].

L'application à un système poreux (liquide compris) comme la neige humide semble généralisable à des systèmes non poreux, à certaines restrictions prês.

En effet, la principale différence est que dans ce cas la chaleur ne pourra être extraite que par la surface (coupée) de l'échantillon. Pour une température du réfrigérant donnée (et forcément limitée vers le bas), un regel suffisamment rapide pour produire des bulles ne pourra avoir li eu que jusqu'à une profondeur limitée (pas plus de quelques millimètres pour le système eau/glace).

Ce peut être pourtant suffisant pour étudier la dynamique de solidification de nombre ux systèmes, la différence de solubilité des gaz entre une phase liquide et une phase solide étant une généralité.

Remerciements

Nous tenons à remercier S. Akamatsu et C. Caroli pour leur aide précieuse dans l'interprétation de nos résultats, ainsi que G. Krüsi pour nous avoir fait part de sa grande expérience des coupes minces de glace et de neige.

Références

[1] Brun E., David P., Sudul M. and Brunot G., A numerical model to simulate snow-cover stratigraphy for operational avalanche forecas-

- ting, J. Glaciol, **1992**, 38 (128), p. 13-22.
- [2] Marsh P., Water flux resources in melting snowcovers in *Advances in porous media* (Ed. by M. Y. Corapcioglu), **1991**, *I*, p. 124-128.
- [3] Colbeck S. C., Grain clusters in wet snow, *J. Colloid. Interface Sci.*, **1979**, 72 (3), p. 371-383.
- [4] Guillot G., Trokiner A., Darrasse L., Dupas A., Ferdossi F., Kassab G., Hulin J.P., Rigort P., Saint Jalmes H., NMR imaging applied to various studies of porous media, *Mag. Res. Imaging*, **1991**, *9*, p.821-825.
- [5] Carte A. E., Air bubbles in ice, *Pro. phys. Soc.*, **1961**, *77*, p. 757-768.
- [6] Brun E., Investigation on wet snow metamorphism in respect of liquid water content, *Annals of Glaciology*, **1989**, *13*, p. 22-26.
- [7] Coléou C., Lesaffre B., Valeur en eau de rétention pour différents types de neige, Symp. de la Société Hydrotechnique de France (Grenoble, mars 1994), **1994**.
- [8] Bald W. B., in *Quantitative Cryo-fixation*, Adam Hilger, 1987, p 3-10, 78-81.
- [9] Good W., Thin sections, serial cuts and 3D analysis of snow, Publ n° 192 IAHS, Proc. Symp., Avalanche formation, movement and effects, Davos (Switzerland), 1987, p 35-48.

- [10] Adler P. M., Jacquin C. G., Quiblier J., Flow in simulated porous media, Int. *J. Multiphase Flow*, **1990**, *16*, p. 691-712.
- [11]Elbaum M., Lipson S. G., Dash J. G., Optical study of surface melting on ice, *J. Crystal Growth*, **1993**, *129*, p. 491-505.
- [12] Chalmers B., in *Métallurgie physique*, Dunod, **1963**, p. 253, 406.
- [13] Akamatsu S., Faivre G., Residual impurity effects in directional solidification; long-lasting recoil of the front and nucleation-growth of gas bubbles, *J. Phys. France*, sous presse.
- [14] Hobbs P. V., in *Ice Physics*, Oxford University Press, **1974**, p. 600-603.
- [15] Geguzin J. E., Deiuba A. S., Videlene gaza, formirovanie i zahvat gazovyh puzirkov na fronte kristalizacii iz razplava [Gas emission, formation and catching of gas bubbles from the liquid phase into a front of crystallisation], *Kristalografia*, **1977**, 22 (2), p. 348-353.
- [16] Tritton D. J., in *Physical fluid dynamics*, 2nd Ed., Oxford University Press, **1988**, p. 425-427.
- [17]De Gennes P.-G., Prost J., in *The Physics of liquid crystals*, 2nd Ed., Oxford University Press, **1993**, p. 167.

SFC 97

Congrès de la Société Française de Chimie 7 - 12 septembre 1997

Bordeaux

Conférence européenne sur la recherche en chimie des clusters métalliques

Compte rendu établi par A. Simon, E. Samuel*

a conférence s'est tenue du 7 a u 10 mai 1996, au Mont-Sainte-Odile (Alsace) sous la ■présidence du Professeur A. Simon (MPI Festkörperforschung de Stuttgart). C'est la deuxième conférence de cette série « Metal clusters in chemistry » créée sous les auspices de la Fondation Européenne de la Science afin de réunir les scientifiques de plus en plus nombreux à travailler sur tous les aspects des clusters métalliques. El le a rassemblé environ 100 participants dont un nombre important venus des pays de l'Europe de l'Est et de l'ex-Union soviétique L'emploi du temps était relativement chargé avec 28 conféren ces invitées et des présentations par affiches, laissant néanmoi ns du temps libre pour des discu ssions informelles. Les conféren ces couvraient un domaine large en traitant les aspects fondamentaux et appliqués, la phase gazeuse, la chimie molécula ire en solution et à l'état solide et laphase condensée.

La conférence inaugurale était présentée par P. Braunstein (ULP Strasbourg), président de la première conférence de la série, et portait sur la synthèse et l'application des clusters en catalyse homogène et hétérogène. Elle était

homogène ¿t hétérogène. Elle étai

* ENSCP, 1 1, rue P. et M. Curie,
75231 Por Gedex 05.

Tél.: (1) 44.27.66.98. Fax: (1) 43.26.00.61.

suivie par celle de T. Fissler (ETH, Zürich) sur les considérations de structure et de liaison chimique dans les clusters à l'état solide. Une séance de discussion informelle avec des jeunes participants a suivi, et l'on a pu remarquer l'utilité de telles rencontres pour la transmission de concepts bien établis (comme ceux de Zintl) d'une communauté de chimistes à une autre.

H. Schwarcz (TU Berlin) a traité le problème fondamental de l'activation sélective des liaisons. Son approche des réactions d'ions isolés en phase gazeuse trés diluée paraissait à première vue comme étant en marge du sujet, mais la discussion animée qui a suivi témoignait de l'intérêt du public à son intervention. N. Brnicevic (Zagreb, Croatie) a apporté des résultats nouveaux sur les clusters hexanucléaires de Nb et de Ta, résultats qui sont devenus des exemples classiques depuis les investigations de l'école de Munster.

R. Ahlrichs (université de Karlsruhe) a dressé un bilan de l'état actuel des connaissances en calculs théoriques sur le problème difficile des petites molécules et de l'état solide. Les courtes présentations de V.I. Korsunskij (Novossibirsk) et de M. Veith (Sarrebruck) ont décrit l'utilisation bien établie de la fonction de distribution radiale appliquée et l'élaboration des systèmes moléculaires précurseurs pour la préparation des dispersions métalliques isolantes. Enfin, pour remplacer la conférence de Lord J. Lewis (excusé), H. G. von Schering (MPI Festkörperforschung, Stuttgart) a présenté un film illustrant l'organisation de la matière cristalline dans un espace courbe. Cette présentation était un des points forts de

la conférence, et il a été suggéré à ESF (European Science Foundation) d'utiliser ce film pour populariser l'idée de la science en relation intime avec l'art.

La deuxième journée a commencé avec la conférence de C. Housecroft (université de Bâle) sur la chimie moléculaire et qui concernait la variété des modes de coordination du bore dans les clusters métalliques. G. Svensson (université de Stockholm) a ensuite montré les possibilités de la microscopie électronique à haute résolution comme outil analytique pour développer des stratégies de synthèse, avec des exemples d'intercroissance chimique dans les niobates.

Afin d'alterner les thèmes des sessions successives, les exposés sur la chimie de l'état solide et en solution ont été suivis par une présentation par M. Kappes (Karlsruhe) sur l'excitation sous vide des clusters métalliques.

De tels systèmes, comme les clusters de sodium et d'argent à volume moléculaire important montrent les limites du champ d'investigation sur les complexes à liaison métal-métal. J. Grin (Stuttgart) a utilisé la fonction de localisation électronique pour interpréter les phases intermétalliques en termes d'assemblage de clusters.

La dernière série de conférences a illustré d'une façon assez inhabituelle le fait qu'une découverte faite par hasard entraîne quelquefois une cohérence et une synergie. Ainsi H. van Kempen (Nimègue) a commencé en décrivant la singularité d'un électron libre dans un cluster, puis il a présenté les résultats des études sophistiquées en microscopie par effet tunnel, et G. Pacchioni (Milan) a étudié le cas de l'appauvrissement en

électrons libres d'un cluster lorsque des ligands sont attachés à la surface. K. van Klitzin § (Stuttgart, prix Nobel) a enchaîné avec les points quantiques d'un semi-conducteur où le champ électrique appliqué détermine le nombre d'électrons libres ce qui est, en quelques sorte, l'équivalent physique de la sphère (chimique) du ligand. La session s'est achevée avec un regard enthousiaste sur l'utilisation potentielle des clusters dans la miniaturisation des composantes électroniques et ceci était fortement ressenti comme un autre point fort de la conférence.

Après une excursion à Strasbourg, les travaux de la troisième journée ont commencé l'aprés-midi par une conférence de D. Coucouvanis (université de Michigan) sur des complexes modèles de clusters que l'on trouve dans les nitrogénases et leur action catalytique sur l'hydrazine et l'acétylène. Lahoz (Saragosse) a ensuite parlé des systèmes de ligands à atomes métalliques vivants suffisamment proches l'un de l'autre pour permettre des interactions métal-métal. Les travaux exposés par C. Perrin (Rennes) concernaient les échanges magnétiques entre ions parama gnétiques et clusters. Le résultat montre que de tels systèmes ne développent pas de couplage mais seulement une dilution mutuelle. La conférence suivante de A. Muller (université de Bielefeld) sur un polyanion ressemblant à une roue gigantesque de 156 atomes de molybdène a engendré une discussion sur des aspects fondamentaux comme la différence qui existe dans des assemblages auto-organisés en chimie inorganique et en biochimie.

Dans la première conférence de la quatrième journée, M. J. Calborda (Oeira, Portugal) a donné une analyse claire de la liaison dans les clusters carbonyles tri- et tétramétalliques avec des aspects intéressants concernant la liaison C-H comparée à Ru-H. A. Perrin (Rennes) a rapporté sur la chimie à l'état solide des clusters hexanucléaires du Re et des résultats récents sur les ligands pseudo-halogénés. La spectroscopie des photoélectrons à angle variable a permis à R. Zanoni (Rome) de distinguer entre les atomes de surface et de la masse « bulk » des clusters et de suivre la formation des phases binaires à partir des précurseurs moléculaires in situ. S. Giorgio (Marseille) a traité l'aspect intéressant d'un « désaccord métrique » entre des particules déposées et des particules de substrat et a suivi les conséquences qualitativement par la microscopie électronique à haute résolution. P. Raithby (Cambridge) a démontré la croissance systématique des clusters d'osmium au moyen des ligands phosphines en visualisant les éléments de base par un numéro de ballet exécuté par ses élèves.

Dans l'exposé qui a suivi, A. Ceriotti (Milan) a présenté des clusters hétéronucléaires avec les métaux 3d et les éléments des groupes principaux, et l'étain en particulier. J. O. Malm (Lund) a ensuite décrit la préparation des aérosols métalliques et semiconducteurs sphériques qui ont été caractérisés par microscopie électronique, et leur comportement dans des phases gazeuses réactives.

Un petit intervalle de temps libre le dernier jour a été rempli par des courtes interventions de R. Gobetto (Turin), V.P. Polyakov (Stuttgart) et H. Wadepoll (Heidelberg) sur les réactions solide-gaz des clusters trinucléaires d'osmium carbonyle, la structure cristalline d'un cluster Ni-O hétérocubane et la chimie des clusters avec des ligands aromatiques en coordination faciale respectivement. Ensuite, Bengston-Kloo (Lund) a donné un aperçu de ses investigations sur des solutions solides (melts) et des solutions des clusters des groupes principaux, précédant la conférence à connotation historique de M. I. Bruce (Adelaïde, Australie) sur la découverte et les synthèses de Ru₃(CO)₁₂ et qui s'est terminée par des réactions récentes et fascinantes trouvées pour une entité exposée de C2 stabilisée par un cluster de ruthénium carbonyle.

La session, et de ce fait la conférence, s'est clôturée avec une conférence de D. Fenske (Karlsruhe) décrivant une foule de composés clusters contenant du Cu et un chalcogène avec comme point culminant un cluster avec 146 atomes de Cu représentant un « point quantique » moléculaire.

Pour conclure, il convient de souligner la répartition judicieuse des pays représentés et des conférenciers (âge, sexe). Le site agréable du Mont-Saint-Odile et l'accueil amical de Jackie McLelland (ESF, Strasbourg) ont largement contribué au succès de la conférence.

Serveur de la Société Française de Chimie : http://www.sfc.fr

Adresse électronique de la Société Française de Chimie : sfc@idf.ext.jussieu.fr

L'Act. Chin (S) 1996,5, 13-19

HYGIÈNE -SÉCURITÉ

Les sorbonnes de laboratoire. Considérations générales

Jean-Claude Cornu* ingénieur, Michel Gaillardin** ingénieur sécurité

Fume cupboards. General points

This article deals with the field of use of fume cupboards, their description, the procedures of purchase, installation and use which are advisable. It introduces a second article dedicated to the tests and checking of fume cupboards.

Sorbonnes, description, installation, précautions d'emploi.

Fume cupboards, description, installation, precautions of use.

ntre autres risques, les chimistes sont exposés à l'in halation de polluants produits par les substances qu'ils manipulent. Même si les quantités générées sont faibles, le risque n'est pas négligeable et de toute façon difficile à évaluer car la multiplicité des produits rend inopérents, ou tout au moins critiquables, les outils habituels d'évaluation du risque tels que les VLE (valeur limite d'exposition) et VME (valeur limite moyenne d'exposition).

La réglementation en matière d'assainissement de l'air des locaux de travail privilégie le principe du captage des polluants aussi près que possible de leur point d'émission. En conséquence, les laboratoires de chimie sont équipés de sorbonnes [1] dont le fonctionnement optimal n'est pas toujours assuré.

L'Inserm et l'INRS ont acquis une certaine expérience des sorbonnes de laboratoire. Le Bureau de prévention des risques professionmels de l'Inserm mène, depuis 1987, une action visant à améliorer l'efficacité des sorbonnes et qui englobe les aspects du contrôle des sorbonnes en activité, de la sensibilisation des opérateurs et de la mise en œuvre de procédures d'achat, d'installation et de mise en service plus rigoureuses.

Le centre de recherche de l'INRS a mené une étude visant à mieux conquire les conditions à respecter dans la conception et l'usage des sorbonnes. L'élaboration d'une méthode de mesure du confiner nent, validée en collaboration avec l'Inserm, constitue son app or principal.

* INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité), service thermique expentilation, Centre de Recherche et de Formation de Lorrai ne BP 27, 54501 Vandœuvre Cedex.

Tél.: 83.\$0,0.00. Fax: 83.50.21.84.

** Inserm (Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale), Bureau de révention des risques professionnels, 101, rue elefolbiac, 75654 Paris Cedex 13. Tél.: (1) 41,17.49.46. Fax: (1) 41.17.49.50. Le travail commun de ces deux organismes a donné lieu à des publications [2, 3] et des communications [4, 5].

Ce premier article traite du domaine d'emploi des sorbonnes, de leur description, des procédures d'acquisition, d'installation et d'usage recommandables. Un second article traitera plus en détail des aspects du contrôle et de l'essai des sorbonnes. Ces deux articles, presque exclusivement centrés sur le domaine de la ventilation, s'adressent principalement aux chimistes qui utilisent fréquemment les sorbonnes et à leur hiérarchie. Puissent-ils y trouver, ou retrouver, quelques informations utiles à la compréhension du fonctionnement de leur principal moyen de protection vis-à-vis des risques chimiques et d'explosion.

Domaine d'emploi et description

Grâce à leur polyvalence, les sorbonnes sont les enceintes ventilées de laboratoire les plus répandues. Elles servent à protéger les opérateurs des polluants (gaz ou aérosols) émis lors de manipulations (en recherche ou en production) conduites dans des domaines très divers. Elles n'assurent cependant pas la protection des produits manipulés vis-à-vis des polluants présents dans l'atmosphère, l'air qui les alimente n'étant pas épuré. Les sorbonnes sont donc chargées pour l'essentiel de confiner et d'évacuer les polluants au moyen de l'écoulement d'air pénétrant par leur ouverture frontale. La fonction secondaire des sorbonnes est de protéger la face de l'opérateur des projections et explosions légères par l'interposition d'un écran mobile.

Le volume de travail de la sorbonne (figure 1) est délimité par des parois fixes et par un ou plusieurs écrans mobiles et transparents à mouvement de translation vertical ou horizontal. Certains écrans à mouvement vertical comportent des panneaux à translation horizontale.

Le plénum d'extraction, au dos de la sorbonne, répartit le débit d'air aspiré entre les fentes d'extraction. Elles sont variables en nombres, positions et largeurs selon les modèles.

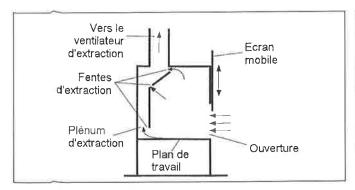


Figure 1 - Schéma général d'une sorbonne.

Le con duit d'extraction est raccordé à un ventilateur et à une cheminée de rejet à l'extérieur du bâtiment.

Vitesse d'air frontale

Le confinement des polluants dans le volume de travail ne repose pas sur l'existence d'une paroi matérielle mais sur la réalisation d'un écoulement d'air suffisamment intense, homogène et constant à travers l'ouverture. Cet écoulement se caractérise par sa vitesse, dite vitesse d'air frontale qui ne doit être ni trop grande, ni trop petite. Comme la vitesse d'air frontale n'est pas le seul paramètre régissant le confinement, il serait hasardeux de recommander une valeur unique mais, dans l'état actuel des connaissances, les valeurs spécifiées par la norme NF X 15-203 [6] (vitesse moyenne supérieure ou égale à 0,5 m/s sans point à vitesse inférieure à 0,4 m/s) peuvent servir de référence. A ces spécifications, et pour la raison développée ci-dessous, il convient d'ajouter une limite supérieure à la vitesse moyenne que l'on peut situer à 0,7 m/s.

L'homogénéité spatiale de l'écoulement de l'air dans l'ouverture est principalement la conséquence de la disposition des fentes du plénum d'extraction qui doit comporter deux ou trois fentes horizontales couvrant la totalité de la largeur de la sorbonne. Le profilage de la périphérie de l'ouverture (déflecteur à l'extrémité avant du plan de travail, profilage du bas de l'écran et des côtés latéraux de l'ouverture) favorise également l'homogénéité de l'écoulement [7]. Quant à sa constance, elle est largement conditionnée par les courants d'air présents dans le laboratoire. Comme la vitesse d'air frontale est de l'ordre de quelques dm/s, on conçoit aisément que les courants d'air, qui sont du même ordre de grandeur, risquent de provoquer sa réduction, voire son annulation, pendant des périodes de temps plus ou moins longues et rapprochées où les polluants vont s'échapper dans le laboratoire.

Les courants d'air dans un laboratoire peuvent provenir du déplacement des personnes et des objets, des bouches de souf-flage d'air et de l'ouverture des portes et des fenêtres. La localisation des sorbonnes par rapport à ces sources de perturbations doit être étudiée avec soin [8] et sera traitée plus loin.

Limitation de la variation de la vitesse d'air frontale

La plupart des sorbonnes actuelles sont ventilées sous un débit pratiquement constant quelle que soit la position de l'écran. En conséquence, plus la surface de l'ouverture est grande, plus la vitesse d'air frontale est faible et donc incapable de confiner les polluants. A l'opposé, aux surfaces d'ouverture

petites correspondent des vitesses d'air frontales susceptibles de provoquer dans la sorbonne des mouvements d'air qui nuisent à son efficacité. Cette particularité justifie que l'écran, pendant les phases de production des polluants, ne puisse pas être trop ouvert ni trop fermé. Cette condition peut être remplie par l'emploi de butées qui restreignent le débattement de l'écran entre deux limites raisonnables qui peuvent être cependant dépassées par une manœuvre volontaire de l'opérateur, tout au moins pour la butée supérieure. Il est utile que les butées soient équipées d'alarmes visuelles et/ou sonores.

Les sorbonnes à débit constant et à «by-pass» (figure 2) ont pour intérêt de limiter la vitesse d'air frontale quelle que soit la hauteur de l'ouverture de leur écran. Elles sont agencées de façon à répartir le débit d'air aspiré entre l'ouverture et une zone d'entrée secondaire généralement constituée d'une grille placée en partie haute de la face avant. La grille de by-pass est entièrement obturée par l'écran à mouvement vertical lorsqu'il est totalement relevé et se libère progressivement avec sa fermeture.

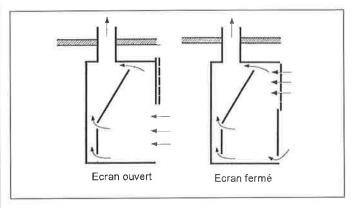


Figure 2 - Sorbonne à by-pass.

Débit d'air variable

Une autre façon de maintenir la vitesse d'air frontale constante est d'adapter le débit aspiré à la surface de l'ouverture. L'adaptation peut être continue (ventilateur à vitesse variable, registre piloté) ou par paliers (ventilateur à deux ou trois vitesses). Les organes de régulation du débit extrait doivent être commandés automatiquement par des capteurs de vitesse d'air ou de position de l'écran. La commande manuelle du débit d'extraction est à exclure car l'opérateur est susceptible de ne pas appliquer le réglage le plus approprié.

Les capteurs de vitesse d'air sont des anémomètres thermiques placés dans un orifice pratiqué sur une paroi fixe de la sorbonne. Ils mesurent la vitesse de l'air passant par cet orifice, qui est assimilée à la vitesse d'air frontale. Le débit d'extraction est alors modulé en fonction de l'écart entre la valeur mesurée et la valeur souhaitée. Les capteurs de repérage de la position de l'écran délivrent un signal électrique proportionnel à la surface de l'ouverture qui commande l'organe de réglage du débit extrait.

La régulation doit être ajustée de façon à créer un débit d'extraction proportionnel à la surface de l'ouverture sauf aux surfaces très petites pour lesquelles un minimum de débit doit être maintenu pour éviter un manque de ventilation de la sorbonne et la formation éventuelle d'atmosphère explosible.

Consommation énergétique, air auxiliaire

Les sorbonnes rejettent dans l'environnement extérieur l'air aspiré dans le laboratoire qui a été chauffé en hiver et éventuellement refroidi en été. Les exploitants des sorbonnes sont légitimement attirés par la réduction des dépenses énergétiques et disposent de quelques moyens pour y parvenir.

La réduction de la vitesse d'air frontale n'est pas un principe recommandable en raison du risque d'altération du confinement de la sorbonne si l'écoulement de l'air dans l'ouverture n'est plus suffisant pour empêcher la fuite des polluants vers le laboratoire. Une meilleure solution peut consister à réduire autant que possible la surface de l'ouverture, soit par réduction de sa hauteur, soit par l'emploi d'une sorbonne dont la largeur n'est pas exagérée par rapport à l'encombrement du matériel nécessaire à la manipulation. Une autre mesure simple de réduction des dépenses énergétiques consiste à arrêter la ventilation de la sorbonne lorsqu'elle n'est plus indispensable.

Un des intérêts des sorbonnes à débit d'air extrait variable est de réduire les rejets d'air chauffé lorsque l'écran est fermé audessous de sa position de travail normale à cette réserve près qu'il faut veiller à ne pas réduire le débit de ventilation à un niveau tel que la concentration des polluants dans la sorbonne risque de devenir su périeure à la limite inférieure d'explosivité (LIE).

Il est également possible de pratiquer la récupération de la chaleur sur l'air rejeté. Dans son application aux sorbonnes, cette technique se heurte cependant à de nombreuses contraintes et limitations liées en particulier à la présence d'un échangeur de chaleur qu'il faudra surveiller, entretenir et réparer en cas d'agressions chimiques imprévues.

Le principe de fonctionnement des sorbonnes «à air auxiliaire» consiste à alimenter partiellement la sorbonne avec de l'air pris à l'extérieur mais ayant subi un chauffage ou un refroidissement moindre que celui pris dans le laboratoire. On distingue les sorbonnes à air auxiliaire externe des sorbonnes à air auxiliaire interne.

Une sorbonne à air auxiliaire externe (figure 3) est une sorbonne classique à laquelle est ajouté un système composé d'un conduit. d'un ventilateur et d'un caisson placé en partie supérieure de la face avant qui souffle un flux d'air vers le bas dans un plan parallèle à la face externe de l'écran. Pour préserver le confort, l'air soufflé à proximité immédiate de la tête de l'opérateur doit être tempéré. En France, les sorbonnes à air auxiliaire externe sont peu répandues et l'on manque d'informations sur leurs performances et leur intérêt économique. Elles sont plus répandues aux États-Unis où le climat est plus contrasté. Leur efficacité y a été montrée, à condition toutefois de limiter le débit d'air auxiliaire à moins de 50 % du débit total de ventilat ion de la sorbonne.

Dans une sorbonne à air auxiliaire interne, l'air auxiliaire est soufflé directement dans la sorbonne, le long de la face interne de la paroi frontale, pour produire un rideau d'air vertical dans l'ouverture et ainsi aboutir au même confinement qu'une sorbonne traditionnelle en réduisant le débit aspiré dans le laboratoire. Ce tte technique nécessite d'être parfaitement maîtrisée par les fa britants et, en l'absence actuelle de résultats de mesures apportant la preuve de cette maîtrise, nous ne pouvons que citer son existence.

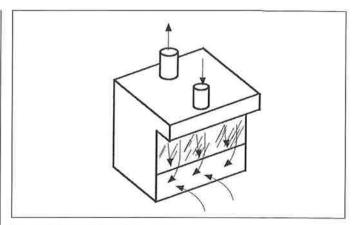


Figure 3 - Sorbonne à air auxiliaire externe.

Contrôle continu du fonctionnement

Les moyens de contrôle continu de la ventilation des sorbonnes ne sont pas très nombreux et de toute façon peu utilisés à l'heure actuelle. Le débit d'air extrait des sorbonnes à débit constant peut être contrôlé par la mesure de la pression statique en sortie de la sorbonne (*figure 4*). Pour répondre aux exigences de l'article R. 232-5-7 du Code du travail [8] qui stipule qu'«un dispositif d'avertissement automatique doit signaler toute défaillance des installations de captage qui n'est pas directement décelable par les occupants des locaux», le manomètre de mesure doit être équipé d'un système d'alarme. La ventilation des sorbonnes à vitesse d'air frontale constante peut être contrôlée en continu par la mise en place d'un anémomètre fixé à demeure.

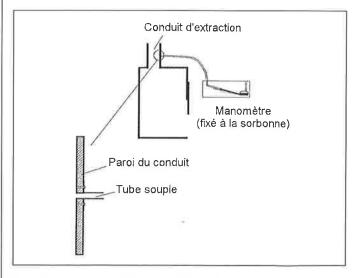


Figure 4 - Prise de pression statique en sortie de sorbonne.

Estimation de la qualité des sorbonnes

Le principal critère de qualité des sorbonnes est leur efficacité de confinement. Jusqu'à récemment, en l'absence d'une méthode de mesure de cette dernière grandeur, il a fallu se contenter d'imaginer ce qu'elle pouvait être à partir de la mesure de la vitesse d'air frontale, seule donnée quantifiée accessible. Ainsi, les spécifications de la norme française [6] sont actuellement exprimées en termes de vitesse d'air frontale : valeur moyenne supérieure ou égale à 0,5 m/s sans mesure inférieure à 0,4 m/s. Depuis peu, les normes allemande [9] et britannique [10] ex priment leurs exigences à partir de mesures de confinement. La norme française qui est en cours de révision fera à son tour ap \mathbb{P}^1 à ce type de mesures. L'article à venir traitera de cet aspect \mathbb{P}^1 us en détail.

Définition d'une sorbonne type

A partir de ce qui précède, on peut définir les principales caracté ristiques d'une sorbonne d'usage courant qui conviendra à la grande majorité des travaux de laboratoire.

Dimensi Ons

Largeur normale 1,2 m, maximale 1,5 m pour empêcher le travail Simultané de deux opérateurs.

Parois la térales

Fixes ou ouvrantes mais complètement fermées lorsque la ventilation de la sorbonne est en fonctionnement.

Plan de travail

En forme de bac avec peu de rebord sur l'avant et l'arrière. L'éventuel débord avant du plan de travail doit être limité à 2 cm.

Fentes du plénum d'extraction

Plus ieurs fentes sur toute la largeur de la sorbonne ; la fente inférieure doit être située le plus près possible du plan de travail et les autres réparties sur la hauteur du plénum.

Écran frontal et ouverture

Présence d'un système anti-chute. Écran à mouvement vertical incorporant à sa partie inférieure trois panneaux à coulissement horizontal de 40 cm de hauteur. Butée basse limitant la hauteur minimale de l'ouverture à 25 mm et butée haute délimitant la hauteur normale de l'ouverture pendant les phases de travail (une hauteur de 40 cm peut être proposée). La poignée de l'écran ne doit pas faire saillie dans l'ouverture dont la forme doit être rectangulaire ou carrée sans ajout ou détail dans les angles. L'écran doit être réalisé en matériau non susceptible de produire des éclats et résistant aux agents chimiques.

Raccordement

Le raccordement de sortie de la sorbonne doit être prévu pour recevoir un conduit de 20 cm de diamètre afin de limiter la vitesse de passage de l'air dans le conduit à environ 8 m/s, valeur compatible avec les efforts de réduction du bruit consentis par ailleurs.

Organe de contrôle

La sorbonne doit être équipée d'une alarme commandée par un organe de repérage continu du débit extrait ou de mesure de la vitesse d'air frontale.

Ventilateur

Du type centrifuge, il doit être placé à l'extérieur du bâtiment pour réduire le bruit transmis vers le laboratoire et éviter la présence de conduits en surpression dans le bâtiment.

Mode deventilation

Il pout être à débit constant ou à vitesse d'air frontale constange.

Le débit constant doit être calculé sur la base d'une vitesse d'air

frontale de 0.5 à 0.7 m/s pour la surface normale d'ouverture de l'écran

La vitesse d'air frontale constante peut être obtenue par l'application des principes du «by-pass» ou de la variation du débit extrait décrits plus haut.

Bruit

Bien que l'on déborde ici du cadre strict de la définition de la sorbonne, car elle est loin d'être seule responsable du bruit généré, on peut exprimer le souhait que le niveau de pression acoustique mesuré devant la sorbonne au poste de travail de l'opérateur soit inférieur à 55 dB(A) (mesuré à 30 cm de la face avant, à 1,7 m de hauteur et dans le plan médian de la sorbonne). Cette recommandation peut sembler ambitieuse si l'on se réfère aux réalisations courantes actuelles. Elle se justifie pourtant de la part d'une installation fonctionnant dans un espace où s'exercent des travaux nécessitant une certaine concentration.

Procédure d'acquisition des sorbonnes

L'achat

L'acquisition d'une sorbonne nécessite de la rigueur car une erreur et/ou un oubli commis à ce moment risquent de ne pouvoir être corrigés entièrement ou tout au moins à un coût raisonnable. La décision d'acquérir une sorbonne doit donc être prise à l'issue d'une réflexion approfondie où les aspects de l'adéquation de la sorbonne aux niveaux de protection recherchés et de l'existence de conditions propices à son installation auront été considérés par les services compétents.

Il n'est pas inutile de rappeler qu'une sorbonne est un dispositif de captage des polluants qui provoque des dépenses de fonctionnement relativement élevées. Pour fixer les idées, une sorbonne de 1,2 m de largeur rejette à l'extérieur un débit d'air de l'ordre de 900 m³/h dont le coût annuel du chauffage se situe entre 1 000 et 4 000 F selon principalement le climat du lieu d'implantation et la durée du fonctionnement. En revanche, bien conçues et placées dans des conditions de fonctionnement favorables, elles peuvent présenter une efficacité de confinement remarquable.

A partir des dangers présentés par les travaux prévus dans l'immédiat, il convient de situer le domaine d'emploi des sorbonnes par rapport à celui des autres dispositifs de captage, sans négliger le fait que des travaux futurs puissent être plus dangereux que ceux prévus à court terme et que la sorbonne devra rester adaptée. Lorsque la protection offerte par les sorbonnes apparaît insuffisante, le recours aux enceintes entièrement fermées s'impose. A l'opposé, des dispositifs autres que les sorbonnes peuvent être retenus, comme par exemple les buses mobiles, les paillasses aspirantes ou les enceintes aspirantes simplifiées telles que les hottes, à condition d'avoir bien situé leurs limites en termes d'efficacité et de domaine d'emploi [2].

Actuellement, les responsables de laboratoires qui souhaitent s'équiper de sorbonnes les choisissent sur la base de catalogues où les données techniques sur leur ventilation sont pour le moins succinctes. Tout au plus voit-on figurer quelques informations concernant le débit de ventilation et des schémas représentant une coupe transversale des sorbonnes. Ce manque de données objectives ne permet pas à l'acheteur de comparer les

propositions sur la base de leur efficacité et les négociations entre les fabricants et les acheteurs risquent de se placer sur un terrain qui n'est pas forcément celui de la technique. Cette situation montre la nécessité de pratiquer des essais, dits essais de type, sur au moins un exemplaire de chaque modèle de sorbonnes dans le but de préciser les performances que ces dernières sont capables d'atteindre et ainsi procurer les conditions d'un choix où l'aptitude à l'emploi ne sera pas oubliée. Le second article développera cet aspect de la question.

L'installat ion

Le principe du recours à la sorbonne étant acquis, il faut alors examiner ses conditions d'installation et, en particulier, s'assurer que la ventilation de compensation du laboratoire est adaptée ou pourra l'être. Les dispositifs de ventilation de compensation se définissent comme l'ensemble des moyens mis en œuvre pour apporter en permanence dans le laboratoire de l'air salubre et chauffé sous un débit égal à celui qui est évacué par la ou les sorbonnes en activité. Il convient également de s'assurer de la disponibilité des fluides et énergies utiles, des espaces nécessaires au conduit d'extraction et de la possibilité d'implanter la sorbonne hors de zones susceptibles d'être le siège de courants d'air perturbateurs. Seront signalés plus loin quelques principes recomman dables en la matière. Le travail de réflexion et l'installation proprement dite étant affaire de spécialistes, on ne saurait trop recommander de faire appel à des entreprises compétentes en ventilation du bâtiment et, impérativement, d'associer le personnel aux décisions qui seront prises.

Compensa tion de l'air dans le laboratoire

Pour qu'un système de captage qui aspire de l'air dans un local pour le rejeter à l'extérieur fonctionne correctement, le local doit être alimentéen air sous un débit égal à celui qui en est extrait. Il s'agit du principe dit «de la compensation» qui s'applique aux laboratoires abritant des sorbonnes. La compensation de l'air peut être réalisée par introduction d'air mécanique ou naturelle. La première te chnique est préférable à la seconde car, contrairement à cette dernière, elle permet de maîtriser simultanément :

- le débit d'air introduit;
- sa tempér aure ;
- la pression elative dans le local;
- la positio ${\bf n}$ des prises d'air neuf du bâtiment et des introductions d'air ${\bf d}$ ans le laboratoire.

Dans la pratique, même si l'on applique le principe de la compensati $_{\mathbb{O}^{\parallel}}$ mécanique, une part de celle-ci est de toute façon réalisée naturellement par les défauts d'étanchéité du local lorsqu'il est en dépression. A l'extrême, lorsque la compensation d'air mécanique est dé faillante ou sous-dimensionnée, la compensation d'air naturelle prend le relais mais au prix de graves perturbations.

Dans son application aux sorbonnes, le défaut de compensation se tradutipar la mise en dépression exagérée du laboratoire, la réduction du débit extrait par les sorbonnes donc de la vitesse d'air fronta 16, son irrégularité et même l'introduction dans le laboratoire de polluants rejetés par d'autres sorbonnes. Ces problèmes sont suffisamment importants pour que la ventilation des laboratoires soit traitée avec toute la rigueur nécessaire par des spécjalistes compétents en aéraulique.

La localisation

Une attention particulière doit être portée à l'emplacement des sorbonnes par rapport aux courants d'air. Ils sont principalement issus du déplacement des personnes, des dispositifs de soufflage d'air de compensation et des entrées d'air naturelles des locaux. Pour fixer les principes généraux on peut se référer à la *figure 5* qui montre les distances minimales qui devraient séparer les sorbonnes des murs, portes, voies de passage et des autres meubles du laboratoire [10]. Ces distances ne sont pas à

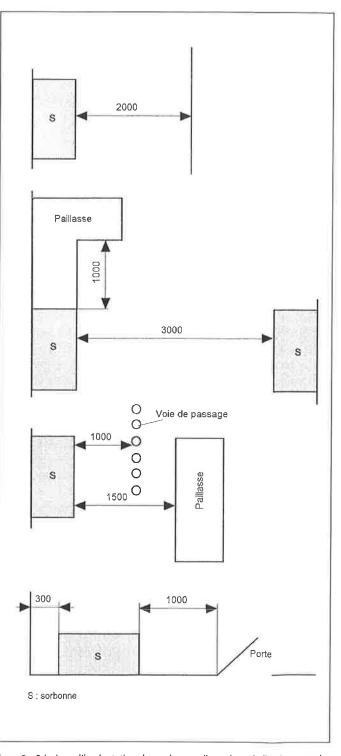


Figure 5 - Principes d'implantation des sorbonnes (les valeurs indiquées sont des distances minimales exprimées en millimètres.

considérer comme des obligations absolues mais plutôt comme des va leurs indicatives dont le respect soustraira la sorbonne aux sources de courants d'air les plus fréquentes. De même, lorsqu'un laboratoire est ventilé par l'ouverture de fenêtres hors saison de chauffage, ce qui n'est certainement pas une solution à préconiser, il est déconseillé de placer une sorbonne à proximité d'une fenêtre ou sur le trajet direct entre une porte et une fenêtre.

Il est difficile d'établir une règle simple concernant la localisation des sorbonnes par rapport aux bouches de soufflage d'air de compensation. Cependant, là comme ailleurs, le bon sens doit prévaloir et l'on peut conseiller de préférer les bouches à faible vitesse de soufflage, les placer le plus loin possible des sorbonnes et, au besoin, occulter ou dévier les jets dirigés vers la sorbonne. Enfin, l'accumulation de sorbonnes dans un même laboratoire nécessite un débit de compensation tellement important que le laboratoire est le siège de courants d'air intenses et permanents.

Le dispositif d'extraction

L'étude et la réalisation de cette partie de l'installation sont du ressort exclusif de l'installateur mais il n'est pas inutile que l'utilisateur soit, au moins, informé des erreurs à éviter et puisse interroger l'installateur sur la justification de ses choix techniques.

La première règle à respecter est que la partie du conduit d'extraction située dans le bâtiment soit en dépression (pression statique négative) pour que les fuites éventuelles ne donnent pas lieu à la dissémination dans le bâtiment des polluants captés par la sorbonne. Cette disposition exige le montage du ventilateur à l'extérieur du bâtiment. Si elle ne peut être respectée, une attention particulière sera portée sur l'étanchéité du conduit.

Le raccordement des conduits d'extraction de plusieurs sorbonnes sur un collecteur est à éviter car susceptible d'entraîner la formation de mélanges toxiques, corrosifs ou explosifs. Cette recommandation est d'autant plus justifiée qu'il est impossible de connaître la nature et les débits des effluents extraits de toutes les sorbonnes raccordées sur un même collecteur.

Le type du ventilateur doit lui permettre de conserver le débit d'extraction prévu même en cas de grand vent ou d'accroissement raisonnable des pertes de charge du système.

La Cheminée d'extraction doit rejeter les polluants de telle manière qu'ils soient dilués dans l'atmosphère sans risque d'être fortuitement réintroduits dans le bâtiment notamment par la ventila tion de compensation [7]. Le jet issu de la cheminée doit être ventical et d'une vitesse élevée (au moins 15 m/s) et la cheminée doit être la plus haute possible. Ces conditions sont à respecter si l'Onveut éviter le rejet des polluants dans la couche d'air mal renouvelé située au contact du toit du bâtiment. Les cheminées basses en forme de champignon qui répandent les polluants sur le toit au lieu de les éjecter sont à proscrire (figure 6).

Les in ormations à échanger [10]

De ce qui précède, il apparaît que l'installation d'une nouvell_{le}sorbonne est une opération complexe. Elle met en relation trois types d'acteurs: l'utilisateur, le fabricant et l'installateur, la même société pouvant remplir les deux derniers rôles. Il est ind_{lis}pensable que chacun d'eux dispose des informations

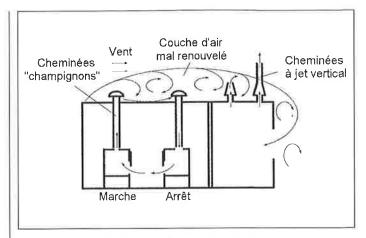


Figure 6 - Réintroduction de l'air par les conduits et éjection des polluants par des cheminées à jet.

qui lui sont nécessaires pour agir et informe en retour les autres partenaires qui en tireront parti. Cette façon de procéder ne donne évidemment pas une garantie absolue de réussite mais, au moins, réduit largement le risque d'oublis à réparer ultérieurement.

Il est recommandé que le fabricant reçoive de l'utilisateur toutes les informations qui lui permettront de proposer le matériel le mieux adapté : nature physico-chimique des produits dont l'emploi est prévu ou susceptibles de se former, spécifications relatives à la sécurité, dimensions caractéristiques, nature des fluides et énergies à distribuer, etc.

En retour, l'offre du fabricant doit s'accompagner d'un descriptif détaillé de la sorbonne incluant son dessin coté, la nature des matériaux de construction, la définition de son domaine d'emploi, le débit d'extraction recommandé, la désignation du type de la sorbonne fournie, les résultats de « l'essai de type » lorsque cette procédure sera généralisée (voir l'article suivant).

Le rôle de l'installateur est le plus délicat car l'efficacité de la sorbonne dépendra pour une large part de la qualité de l'installation. En plus des informations qu'il aura reçues du fabricant, l'utilisateur doit lui fournir une description aussi complète que possible de la situation présente incluant :

- la description du laboratoire qui recevra la sorbonne (position des portes, fenêtres, autres meubles et sorbonnes, points d'arrivée des fluides à distribuer, dispositifs d'introduction d'air de compensation actuels, etc.);
- la description de l'installation complète de ventilation de compensation actuelle ;
- les contraintes d'environnement;
- les spécifications relatives au conduit d'extraction (trajet, température, condensats, trappes de visite, organes de réglage et de mesure du débit, etc.);
- le régime de fonctionnement (continu, discontinu, à débit fixe ou variable) de la sorbonne et des autres sorbonnes du laboratoire ;
- les références de la méthode d'essai de réception (lorsque cette procédure sera généralisée).

Enfin, après l'installation, l'utilisateur doit recevoir de l'installateur les informations suivantes :

- le dessin de l'installation complète incluant le dispositif de compensation d'air ;

- la nature des matériaux de construction du conduit d'extraction et de ses accessoires;
- les résultats de l'essai de réception (lorsque cette procédure sera généralisée) ;
- les instructions d'emploi des dispositifs d'extraction et de compensation d'air.

Par ailleurs, la cheminée d'extraction de la sorbonne devrait être repérée par un marquage indélébile.

Enfin, le respect de la réglementation en matière d'aération et d'assain issement des ambiances de travail [8] impose que l'installation complète :

- soit décri te dans une notice d'instruction;
- soit contrôlée à sa mise en service pour en déterminer les grandeurs représentatives de son fonctionnement initial ;
- fasse l'objet de contrôles périodiques pour apprécier les dérives.

Toutes 1es informations issues des actions précédentes sont consignées dans un dossier.

Précautions d'emploi des sorbonnes

Des conditions d'emploi inadaptées peuvent dégrader largement l'efficacité de sorbonnes pourtant réalisées et installées correctement. Le bon sens de l'opérateur doit lui permettre d'agir favorablement sur les paramètres qu'il a les moyens de maîtriser et qui concernent aussi bien la génération des polluants que le fonctionnement de la sorbonne :

- employer les produits chimiques en quantité limitée ;
- connaître les mélanges incompatibles et les réactions dangereuses;
- dégager autant que possible les polluants à faible vitesse et à distance du plan de l'ouverture de la sorbonne (15 cm peuvent être considérés comme un minimum) ;
 - fermer les éventuels côtés latéraux ouvrants ;
- réduire l'ouverture frontale à une surface compatible avec le travail ;
- ouvrir l'écran frontal d'un mouvement lent pour éviter la fuite des polluants contenus dans la cavité supérieure du volume de travail ;
- ne pas encombrer la sorbonne inutilement et, en particulier, ne pas obstruer les fentes d'aspiration du plénum;
- ne pas inroduire du matériel ou des produits sans rapport avec la marginulation en cours,
 - éviter les gestes brusques et inutilement répétés ;
- baisser l'écran après emploi et laisser la ventilation fonctionner que Iques dizaines de secondes pour obtenir la purge de la sorbonne.

Enfin, rappelons que l'opérateur doit porter un équipement de protection et plus particulièrement de la face lorsqu'il doit intervenir sur une manipulation en levant l'écran au dessus de sa position normale de travail.

Références

- [1] Picot A., Grenouillet P., *La sécurité en laboratoire de chimie*, Technique et Documentation, Lavoisier, Paris, **1992**, 424 p.
- [2] Cornu J.C., Gaillardin M., Les dispositifs de ventilation localisée appliqués aux laboratoires. Terminologie, description, domaines d'emploi. INRS, Cahiers de Notes documentaires, 1993, 150, p. 13-24.
- [3] Cornu J.C., Gaillardin M., L'aéraulique des sorbonnes de laboratoire. Revue bibliographique. *Cahiers de Notes documentaires*, **1993**, *151*, p. 211-228.
- [4] Cornu J.C., Gaillardin M., L'aéraulique des sorbonnes de laboratoire. Forum européen Sciences et Sécurité, Strasbourg, 9-11 décembre 1992, Conseil de l'Europe, **1993**, p. 156-163.
- [5] Martinent L., Cornu J.C., Gaillardin M., Contrôle sur site des sorbonnes de laboratoire. Une expérience vécue. In: Second European Forum on Science and Safety, Barcelone, 30 novembre - 2 décembre 1994, Universitat de Barcelona, 1995, p. 157-170.
- [6] NF X 15-203, Installations de laboratoire. Sorbonnes. Généralités. Classification. Dimensions. Spécifications. Paris-La Défense, Afnor, 1987, 8p.
- [7] Hugues G., A literature survey and design study of fume cupboards and fume dispersal systems, Leeds, Sciences Reviews Ltd, 1987, 82 p.
- [8] Aération et assainissement des ambiances de travail. Réglementation générale. Textes et commentaires, INRS, Paris, **1991**, ED 720, 48 p.
- [9] Din 12924 (Teil 1), Laboreinrichtungen. Anforderungen an Abzüge. Abzüge für allgemeinen Gebraucht. Arten, Hauptmasse, Anforderungen und Prüfungen. Deutches Institut für Normung (Din), Berlin, 1991, 20 p.
- [10]BS 7258, Laboratory fume cupboards. Part 1. Specification for safety and performance. Part 2. Recommendations for the exchange of information and recommendations for installation. Part 3. Recommendations for selection, use and maintenance. Part 4. Method for determination of the containment value of a laboratory fume cupboard. British Standards Institution, Londres, 1994, resp. 16 p., 15 p., 10 p., 5 p.

Nouvelles coordonnées de la SFC

Tél.: (1) 40.46.71.60 Fax: (1) 40.46.71.61

Recommandations aux auteurs d'articles pour *L'Actualité Chimique*

I - Nature et contenu des articles

L'Actualité Chimique est un périodique qui vise essentiellement à assurer des échanges de connaissances, d'idées, de points de vue entre professeurs des enseignements supérieur et secondaire, chercheurs, industriels et étudiants.

En conséquence, la revue présente, outre des **articles scientifiques de haut niveau** relatifs, notamment, à des avancées importantes des connaissances ou des procédés industriels, des **textes relativement brefs** (au maximum, 10 à 15 pages dactylographiées avec double interligne), **actuels**, **accessibles à l'ensemble des lecteurs**, ne comportant que la bibliographie essentielle (15 à 20 références au maximum).

Les textes publiés dans L'Actualité Chimique sont destinés, en général, à être lus par des chimistes non spécialisés dans votre domaine. Il est donc indispensable :

- d'éviter toute rédaction ésotérique,
- d'expliciter toute abréviation,
- de commencer par une introduction de quelques lignes pour situer l'article,
- d'illustrer les articles par des figures et tableaux.

II - Recommandations d'ordre technique

Les manuscrits soumis à L'Actualité Chimique doivent nous parvenir sous deux formes :

Sur trace papier, en 3 exemplaires

Tableaux, figures et références sont appelés dans le texte.

Les tableaux, figures et les photos sont présentés séparément et accompagnés d'une légende en français (comme le texte apparaissant dans les figures). L'original de ces documents doit nous être fourni pour pouv oir être directement cliché par l'imprimeur.

Sur disquette

Système MAC, version Word 5 disquette 3"1/2.

A dé faut, système PC, version Word 5 ou sauvegarder en code fichier TXT, ou MCW, sur disquette 3"1/2 basse densité. Indiquer le logiciel utilisé.

Impo**▶**tant

Tout manuscrit doit être accompagné:

- D' un résumé français et d'un résumé anglais (pas plus de 10 lignes dactylographiées), pour une diffusion maximale de la revue,
- Dela traduction du titre en anglais,
- De mots clés (maximum 5), en français et en anglais.
- D renseignements suivants : le nom, le prénom des auteurs, leur fonction (professeur, ingénieur, etc.),
 l'adresse complète avec le téléphone, le Fax et l'adresse électronique (e.mail).

Les ciélais de publication sont appelés à être réduits et à tendre vers une moyenne de un à deux mois.

ENSEIGNEMENT

De la leçon de choses à la physique théorique

Roger Bal ian* membre de l'Institut

From object lesson to theoretical physics

This paper constitutes the introduction speech that Roger Balian read at the Academy of sciences in official session of June 24th 1996, in which he recalls his itinerary of theoretical physicist.

Physique théorique, expérimentation.

theorical physics, experimentation.

l est à la fois émouvant et agréable d'avoir l'honneur de me trouver aujourd'hui en ce lieu prestigieux, pour évoquer mon itinéraire de physicien théoricien.

La physique théorique, comme tout métier de recherche, est soumise à la rudesse de la compétition internationale, qui est ici très vive en raison de l'étroitesse de notre communauté et du caractère individuel de notre engagement. En contrepartie, quelle satisfaction et quelle excitation lorsqu'on a réussi le premier à comprendre et surtout à prédire un phénomène naturel! J'ai eu la chance, à plusieurs reprises, de mener à bien des travaux dont les répercussions ne se sont révélées qu'à très long terme. Dans les années 60, nous avons avec un collaborateur américain, Dick Werthamer, prédit les propriétés singulières d'une phase liquide hypothétique de l'hélium 3 à très bassse jempérature : cette phase n'a été découverte et baptisée B qu'une dizaine d'années plus tard. Nous avons aussi, Claude Bloch et moi, bâti vers 1970 une théorie destinée à l'origine à expliquer certains comportements oscillatoires observés dans la fission nucléaire. Cette théorie a connu des prolongements inattendus vers des domaines tout à fait différents, encore activement étudiés aujourd'hui : elle s'applique en effet à des gouttelettes de métaux liquides comportant de l'ordre du millier d'atomes, qui font l'objet d'expériences présentes ; en outre, certains travaux mathématiques récents ont été stimulés par notre manière de formuler une correspondance entre la propagation des ondes et les trajectoires des rayons correspondants.

L'un des charmes de la physique théorique réside, pour moi, dans la diversité des sujets que l'on arrive à aborder en mettant en œuvre des techniques d'étude plus ou moins apparentées. Passer des noyaux à la matière condensée, des particules élémentaires à la distribution des galaxies dans l'univers m'a aidé à ressentir une unité profonde de la science à travers son foisonnement. Un autre plaisir de la recherche dans notre domaine provient de son côté souvent esthétique. Ce que nous appelons une « belle » théorie peut procurer des sentiments d'admiration qui ne sont pas étrangers à ceux que l'on ressent en déchiffrant une fugue de Bach. Ce critère de beauté se marie étonnamment bien avec celui d'efficacité et constitue souvent un guide vers le progrès. Il figure fréquemment, lors de nos conversations quotidiennes entre collègues, parmi les appréciations que nous portons sur les productions scientifiques récentes.

Les mathématiques, elles aussi, sont source de satisfaction esthétique, raison pour laquelle elles m'ont souvent attiré. En fait, dès lors que j'ai souhaité, à ma sortie de l'École polytechnique, me consacrer à la recherche, l'éducation secondaire et supérieure que j'avais reçue me prédisposait à m'orienter vers les mathématiques plutôt que vers la physique. Face à des cours de mathématiques de bonne qualité, nous avions à subir des enseignements de physique et de chimie plutôt ternes et désuets, même lors des séances de travaux dits pratiques. Doté des qualités et des défauts des bons élèves, j'étais à cet âge trop dénué de sens critique pour en prendre conscience. Seules émergent de cette grisaille deux expériences moins négatives. En classes préparatoires, le comportement amical de notre professeur de physique envers ses élèves contrebalançait un peu le manque d'intérêt des programmes. A l'École polytechnique, l'un de nos enseignants aiguisait l'appétit de certains d'entre nous en souli-

Nous remercions l'auteur et l'Académie des sciences de nous avoir autorisé à présenter à nos lecteurs ce discours d'introduction.

Cet article constitue le discours d'introduction à l'Académie des sciences que Roger Balian a présenté, lors de la séance solennelle du 24 juin 1996, et où il évoque son itinéraire de physicien théoricien.

^{*} Service do physique théorique, Commissariat à l'Énergie Atomique, Centre d'Études mucléaires de Saclay, 91191 Gifusur-Yvette. Tél.: 01.6 g 08.73.85. Fax: 01.69.08.81.20.

gnant, dès 1954, l'importance des semicondu cteurs - ceci malheureusement dans un cours improvisé à la hâte, brouil on et obscur. Une telle carence de l'ensei gnement des sciences physiques était partiellement compensée par l'étude de la géométrie, alors conçue moins comme un exercice de rigueur que comme une science d'observation.

Ce ne sont évidemment pas ces enseignements qui m'ont incité à devenir physicien. Une visite à la spectaculaire exposition internationale de Genève annexée à la grande conférence sur l'énergie nucléaire de 1955, m'a ouvert les yeux sur la physique de notre temps. Je n'ai plongé dans mon métier que grâce à l'École d'été de physique théorique des Houches en 1958, véritable choc pour ses participants. A travers ses longues sessions, cette école offre à ses élus de niveau doctoral des cours structurés de haute qualité, prodigués par les chercheurs les plus éminents dans le monde. Elle a formé, et forme encore, une part notable des physiciens français. Sa fondatrice, Cécile DeWitt, m'en a plus tard confié la direction, ce qui m'a apporté de profondes satisfactions.

Pour identifier des éléments qui m'ont guidé vers la physique, je dois remonter plus av ant, jusqu'à mon enfance. Bien que la physique théorique soit imprégnée par les mathématiques, qui en constituent depuis près de deux siècles le langage, elle s'en distingue radicalement par le but qu'elle vise ; appréhender les objets qui entourent. Cette passion de comprendre le monde m'a, en partie, été inculquée à l'école primaire, où nous abordions les sciences par le biais de la « leçon de choses ». Observer les objets les plus banals, qu'ils soient naturels ou manufacturés, les faire fonctionner, les disséquer, les comparer, constitue la meilleure façon d'aiguiser la curiosité et la meilleure introduction possible (peut-être la seule) à l'esprit scientifique. Que de surprises dans les expériences de physique amusante faites avec des ustensiles de cuisine! Quel triomphe pour un enfant de 6 ans, à qui vous avez montré pâquerettes et bardanes, et proposé de chercher des fleurs de la même famille, de vous rapporter une fleur de pissenlit! Héritage de l'école de Jules Ferry, la leçon de choses mériterait d'être développée et adaptée à notre monde moderine. Les exemples sur lesquels on

pourrait s'appuyer sont innombrables. Je crains que, de ce point de vue, la situation ne se soit pas améliorée. C'est vers 10-12 ans que les enfants sont les plus réceptifs à l'observation physique des choses, qu'ils souhaitent comprendre comment fonctionne tel ou tel objet. Et pourtant, nos programmes de 6e et de 5e excluent cette initiation à la physique à partir de l'expérience quotidienne, précisément à l'âge le plus adéquat.

Mon adolescence a aussi été marquée par des visites passionnantes à la maison d'Ampère à Poleymieux, sorte de Palais de la Découverte en miniature consacré à l'électricité. De même, la création récente par notre Académie d'un centre vivant d'initiation à la science dans la maison de Pasteur à Arbois devrait être à l'origine de vocations futures.

Diverses circonstances, plus personnelles, ont également joué. Pour mes parents, accueillis par la France au début des années 20, l'effort poursuivi par chacun au sein de la chaleur du foyer familial était une valeur primordiale. Travailler dur en classe était donc pour moi aussi naturel que respirer (les mêmes traditions ancestrales ont plus tard aidé mon épouse à accepter patiemment que mon travail de recherche envahisse nos jours de loisir). D'autre part, le métier de mon père, artisan électricien, m'a amené à l'aider à réparer des réchauds ou rebobiner des moteurs grillés. La petite machine à vapeur qu'il m'avait fabriquée marche encore, au bénéfice de mes petits-enfants. Dans son atelier, je démontais, entretenais et remontais mon vélo. Plus tard, les cours de mécanique automobile d'un adjudant à l'École polytechnique m'ont permis de manipuler avec plus ou moins de bonheur ma deux-chevaux. J'avais aussi appris, lors de mes études secondaires dans un collège technique, combien il est difficile de travailler un bloc de métal pour en faire un cube parfait. Toutes ces activités m'ont certainement donné le besoin de mettre les mathématiques, que j'aimais, au service de la compréhension du réel.

Il serait capital d'imaginer des activités analogues pour les enfants et adolescents de notre temps afin de développer chez eux l'esprit scientifique. Toutefois, il se présente un obstacle, qu'il faudra bien surmonter. Il est devenu de plus en plus malaisé de scruter le contenu matériel des appareils que les techniques actuelles mettent à notre diposition. Un téléviseur

mis au rebut ne se prête pas aussi bien à la dissection que les très anciens postes de radio. Les voitures modernes ne tombent guère en panne, et nécessitent des spécialistes pour leur entretien. Aujourd'hui, même les fers à repasser ne sont plus démontables! Les objets que nous manipulons quotidiennement sont souvent devenus pour nous des boîtes noires, et ceci est sans doute un vice de notre civilisation. Je me demande si la montée de l'obscurantisme que nous observons depuis quelques années jusque dans nos élites n'est pas sans lien avec cette difficulté à entrer en contact avec le concret. Ainsi, réconcilier nos enfants avec ce concret et les familiariser avec notre culture scientifique devrait être une tâche prioritaire pour les chercheurs en sciences de l'éducation, pour les parents et même pour l'ensemble de la société.

Enfin, je souhaiterais souligner l'influence exercée par les livres qui ont enchanté mon enfance. Les Jules Verne en Bibliothèque Verte, mon unique volume de l'admirable collection Hetzel, L'île mystérieuse, lus et relus, m'ont par leur poésie fait rêver de science et de technologie; je ne leur trouve malheureusement guère d'équivalent actuel. Avant même que j'aie su lire, mon livre sacré par excellence était le Petit Larousse. J'y voyais l'inventaire de toutes les connaissances humaines, classées dans un ordre idéal, avec ses trois parties, noms communs, pages roses, noms propres. Mais cette image de la perfection se terminait bizarrement : ses deux dernières pages, en haut desquelles se profilait cette coupole, avaient quelque chose d'incongru, qui me choquait et me fascinait à la fois. Pourquoi avait-on rangé toutes ces personnalités à cet endroit-là et non à leur place normale, la place alphabétique ? Ces pages, plus encore que les autres, étaient prétexte à rêveries. Ces hommes (puisque à l'époque, l'Institut n'admettait pas de femmes) étaient-ils vraiment immortels? Quelle était la contribution de ces maréchaux et de ces évêques au mythique dictionnaire de l'Académie française ? A quoi pouvaient bien servir les autres académies? Le rêve prend aujourd'hui une autre forme, où la poésie de l'inconnu fait place au bonheur d'entrer dans une confraternité aussi enrichissante qu'accueillante.

Les classes préparatoires, filière physique et chimie : programme de chimie de la 2e année

Le programme de chimie de 2e année des classes préparatoires PC, qui vient d'être officiellement arrêté, et qui est reproduit ci-dessous, complète la présentation des programmes de 1re année des classes préparatoires, et de 2e année des classes CB, publiée dans *L'Actualité Chimique* (août-septembre 1995, p. 27-43).

Nous tenons à remercier le ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, et plus particulièrement le bureau DGES 8, qui nous a procuré le document officiel et qui nous a autorisés à le publier.

Nous espérons ainsi contribuer à l'information de ceux de nos lecteurs qui sont intéressés ou directement concernés par la formation en chimie des futurs élèves des écoles d'ingénieurs.

L'enseignement de la chimie a pour objectif d'en donner une vue équilibrée entre ses aspects de science expérimentale, débouchant sur d'importantes réalisations industrielles et ses aspects de science théorique, faisant appel à la modélisation et susceptible de déductions logiques.

Un autre objectif est de faire prendre conscience aux étudiants que la chimie participe au développement d'autres disciplines scientifiques, comme la physique, la biologie et les géosciences.

Cet enseignement vise à faire acquérir des connaissances et des savoir-faire tant expérimentaux que théoriques afin que les futurs ingénieurs, chercheurs ou professeurs soient initiés à une véritable attitude scientifique. Les spécificités de cette démarche en chimie (approche expérimentale, raisonnement qualitatif ou par analogie, modélisation non mathématique) seront soulignées.

Préambule

Le programme de chimie de la filière Physique et Chimie (PC) comporte conjointencent celui de la classe de seconde année, fixé par le présent texte, et celui de la classe de première année PCSI, fixé par l'arrêté du 3 Juillet 1995, publié au *BOEN* (hors série du 20 juillet 1995, volunte 2).

Le programme de la classe de PC

forme un ensemble cohérent avec celui de la classe de PC-SI, option PC.

L'enseignement de la chimie est abordé au cours des deux années, selon trois axes complémentaires :

- un axe expérimental important qui met en jeu les techniques de base et les outils de modélisation et de simulation;
 un axe conceptuel qui permet d'ac-
- un axe conceptuel qui permet d'acquérir les notions de base théorique;
- un axe orienté vers les applications qui présente ou illustre les concepts et notions fondamentales dans le domaine des matériaux et de la synthèse organique.

La démarche expérimentale, qui s'inscrit dans la continuité du cycle terminal des lycées, doit être privilégiée. La réflexion sur les phénomènes doit primée sur toute dérive calculatoire. Les exercices qui ne font place qu'à l'application des mathématiques doivent être bannis.

Les travaux pratiques (TP) et TP-cours sont les temps forts de cet enseignement.

Chaque fois que cela est possible, l'ordinateur interfacé doit être employé pour l'acquisition et le traitement des données expérimentales. Plus généralement l'ordinateur sera utilisé chaque fois qu'il apporte un gain de temps ou une amélioration de la compréhension. L'emploi de banques de données ou de logiciels scientifiques est signalé dans

les différentes rubriques du programme.

Le programme, dans son approche théorique, est soigneusement articulé et abondamment commenté.

Les pratiques d'évaluation impliquent la connaissance de tout le programme. Elles doivent éviter tout formalisme excessif et être proches des réalités expérimentales et des applications pratiques.

D'une manière générale, l'évaluation des savoir-faire expérimentaux est une nécessité compte tenu des objectifs.

Les connaissances exigibles sont strictement limitées au programme et à ses commentaires.

Seconde année PC

Programme et commentaires

Les programmes sont imprimés en caractères gras et les commentaires en maigre.

I - Thermodynamique

I.1 - Définitions des fonctions d'état F et G Programme

Énergie libre F (énergie de Helmholtz) et enthalpie libre G (énergie de Gibbs). Variation élémentaire des fonctions d'état entropie dS, énergie de Helmholtz dF et enthalpie libre dG, dans le cas d'une transformation physico-chimique. Relati•n de Gibbs-Helmholtz.

Comm^¹entaires

Cette partie sera développée en liaison avec le programme de physique.

1.2 - Notion de potentiel chimique

Définition du potentiel chimique ; expression de l'enthalpie libre en fonction des potentiels chimiques, relation de Gilbs-Duhem ; variations du potentiel chimique avec la pression et la température.

Le potentiel chimique pourra être présenté comme un cas particulier de grandeur molaire partielle. L'exemple des volumes molaires partiels pourra être donné.

Expression du potentiel chimique :

- pour un gaz parfait en mélange idéal ;
- pour un constituant d'un mélange condensé idéal;
- pour un constituant soluté d'une solution diluée.

L'expression du potentiel chimique pour un gaz parfait en mélange idéal sera établie. Son expression sera admise dans les autres cas.

États standard ; notions d'activité et de coefficient d'activité.

Les lois de Raoult et de Henry seront présentées comme des résultats expérimentaux

Les notions d'activité et de coefficient d'activité seront présentées à l'occasion de l'équilibre liquide-vapeur des mélanges binaires d'espèces moléculaires.

Pour le constituant condensé, on indiquera la convention mélange (référence au corps pur) et la convention solution (référence à l'état du soluté en solution infiniment diluée).

Aucune question de cours ne sera posée aux étudiants sur les notions d'activité et de coefficient d'activité.

I.3 - Équi libres chimiques

Entropie standard de réaction ΔrS° et entinalpie libre standard de réaction ΔrG° ; variation avec la température.

Grandeurs standard de formation, entropie molaire standard S°_{m} , capacité calorifique molaire standard à pression constante $C_{\rho}{}^{\circ}_{m}$.

Affinité chimique : définition, sens d'évolution possible d'un système.

Définition de la constante d'équilibre therm \bigcirc dynamique K° .

Par délinition de K° : $\Delta_i G^\circ = - \operatorname{RT.ln} K^\circ$. Expression de l'affinité chimique en fonction de la constante d'équilibre et du produit Π :

 $A = A^{\circ}$, RT In Π

Le pro duit ∏ est appelé aussi quotient Q de la r⊗action.

Varian \mathbf{v}_e , facteurs d'équilibre (p, T, x_i) . Variation de la constante d'équilibre avec la tem \mathbf{v}_e déplacement de van't Hoff. Lois \mathbf{d}_e déplacement des équilibres : influen \mathbf{v}_e de T et de p, de l'introduction d'un constituant actif et d'un constituant inactif.

Les cas de rupture d'équilibre seront évoqués.

I.4 - Équilibres de phases dans le cas des mélanges binaires

Équilibres liquide/vapeur, étude isobare et étude isotherme, miscibilité totale ou nulle à l'état liquide.

Les cas d'azéotropie seront présentés.

Cette étude sera complétée en travaux pratiques par celle de la distillation, de l'hydrodistillation ou de l'entraînement à la vapeur d'eau.

Équilibres solide/liquide, étude isobare, miscibilité totale à l'état liquide, totale et nulle à l'état solide; notions de composés définis; théorème des moments chimiques.

Le seul cas des eutectiques sera envisagé. La lecture des diagrammes binaires comportant des composés définis à fusion non congruente est hors programme.

II - Chimie organique et spectroscopie

Préambule

Les notions suivantes pourront être introduites au fur et à mesure de la progression du cours et ne pourront faire l'objet de question de cours lors de l'évaluation des connaissances des étudiants : théorie du complexe activé, intermédiaires réactionnels, effets électroniques inductif et mésomère, contrôle cinétique et contrôle thermodynamique d'une réaction chimique.

L'interprétation de la réactivité à l'aide des orbitales frontières sera strictement limitée aux réactions marquées d'un astérisque dans les paragraphes II.2 et II.5.

II.1 - Notions de spectroscopie IR et RMN ; aide à la détermination des structures

Préambule

Ce paragraphe ne pourra en aucun cas faire l'objet d'une question de cours lors de l'évaluation des étudiants, à l'écrit comme à l'oral. Les méthodes présentées doivent être considérées comme des outils nécessaires à la détermination des structures et seront utilisées tout au long de l'année.

Principe de la spectroscopie IR : notions qualitatives sur les modes normaux de vibration moléculaire.

Les bandes caractéristiques des principaux groupes fonctionnels seront présentées.

Principe de la spectroscopie RMN : notion de déplacement chimique du proton, constante de couplage, courbe d'intégration.

L'existence d'un spin nucléaire sera admise. On se limitera à introduire la RMN comme l'interaction de moments magnétiques « classiques » avec le champ magnétique.

Les équations de Bloch et la précession de Larmor sont strictement hors programme.

Toute notion de diastéréotopie est hors programme.

On se limitera à la RMN du proton et aux couplages du premier ordre AMX.

Des tables de données (fréquences IR, déplacements chimiques en RMN) seront utilisées pour la détermination de structures simples. Aucune valeur caractéristique de déplacement chimique ou de couplage ne sera exigée.

II.2 - Les alcènes

Description des systèmes conjugués en théorie de Hückel simple, application à la description des OM de l'éthylène et du butadiène.

Aucun calcul ne peut être exigé.

Les résultats des calculs de Hückel seront donnés, les étudiants devront savoir les utiliser pour interpréter les résultats classiques de réactivité nucléophile des alcènes.

L'approximation des orbitales frontières sera introduite à cette occasion.

Hydrogénation en catalyse hétérogène.

Un schéma réactionnel sera présenté uniquement dans le cas de la stéréochimie syn.

Le cas de la stéréochimie anti ne sera pas abordée.

L'hydrogénation partielle des alcynes sera signalée.

Époxydation par un peroxyacide (sans mécanisme) ; hydrolyses en milieu acide et basique de l'époxyde (mécanismes).

Syn dihydroxylation (sans mécanisme) par le tétraoxyde d'osmium.

Synthèse d'un alcool primaire par hydroboration (sans mécanisme).

Coupures oxydantes par le permanganate de potassium et par ozonolyse (mécanismes exclus).

Le mécanisme de l'ozonolyse est hors-programme.

*Réaction de Diels-Alder : mécanisme, interactions frontalières.

Les règles de Woodward-Hoffman sont hors programme.

II.3 - Hydrocarbures aromatiques

Aromaticité.

Structures géométrique et électronique du benzène.

On se limitera à signaler que l'aromaticité correspond à l'existence de 4n+2 électrons délocalisés. Les orbitales moléculaires des aromatiques sont hors programme.

Substitution électrophile aromatique : mécanisme général, alkylation, acylation, nitration, sulfonation et halogénation.

Le passage du nitrobenzène à l'aniline sera signalé.

Orientation de la substitution électrophile sur le benzène monosubstitué.

Les effets inductif et mésomère d'un sub-

stituant et leurs conséquences sur la cinétique et 1ª régiosélectivité de la substitution seror présentés à cette occasion.

II.4 - Amin es

Réactivi≰é nucléophile : alkylation et acylation (mécanismes).

Diazotatí on des amines aromatiques primaire (mécanisme); réaction de couplage dia zoïque (mécanisme).

Réactions de type Sandmeyer (sans mécanisme).

L'intérêt des réactions de Sandmeyer pour la synthèse de différents produits (ArX, ArH, ArOH, ArCN) sera montré.

II.5 - Composés carbonylés

Préparation par oxydation des alcools. Additions nucléophiles :

Les résultats des calculs de Hückel seront donnés. Les étudiants devront, seulement, savoir les utiliser pour interpréter les résultats classiques de réactivité électrophile du groupe carbonyle.

- acétalisation en milieu acide (mécanisme);

La notion de protection d'un groupe fonctionnel sera abordée à propos de l'acétalisation.

- additions de LiAlH₄ et NaBH₄ et d'organomagnésien mixte RMgX.

Un schéma réactionnel simplifié sera donné.

Notion de tautomérie : équilibre cétoénolique.

Réaction en α du groupe carbonyle : formation de l'ion énolate ; généralisation : obtention d'un carbanion en α d'un groupe électro-attracteur ; ion énolate.

L'utilisation possible des amidures sera signalé.

L'interprétation de la réactivité de l'énol, de l'énolate et de l'acroléine à l'aide des orbitales frontières ne pourra faire l'objet de question lors de l'évaluation.

Réactions de l'ion énolate :

aldolisation (cétolisation) (mécanisme) et crotoni sation (mécanismes en milieu acide et basique);

On se contentera de justifier la nucléophilie du carbone de l'énolate en donnant aux é tudiants les orbitales frontières de ce dernier et aucune épreuve d'évaluation ne pourra porter sur cette question.

*C-alkylation (mécanisme).

Addition $\[\mathbf{c}_0 \]$ njuguée sur les α -énones : action de $\[\mathbf{c}_0 \]$ organolithiens, des cuprates lithiés $\[\mathbf{R}_2 \]$ cuLi et des organomagnésiens mixtes.

La préparation des réactifs lithiés et toute justification de la régiosélectivité sont strictement hors programme.

Réaction die Wittig.

Cette réac tion sera seulement présentée comme un outil de synthèse sans aucune étude mécanistique ou stéréochimique.

II.6 - Acides _{car}boxyliques et dérivés Synthèse ⇔_{es} esters :

- à partir des acides et des alcools primaires (mécanisme) ;
- par activation de la fonction acide : chlorure d'acyle, anhydride d'acide ; Hydrolyse des esters, des amides et des nitriles en milieu basique (mécanismes).
 Synthèse malonique : alkylation des diesters maloniques, hydrolyse en milieu basique, décarboxylation en milieu acide (mécanisme).

III - Matériaux inorganiques

III.1 - Structure et organisation de la matière condensée

Préambule

On veillera à présenter la structure cristalline parfaite comme un cas particulier de l'état solide.

Interprétation de la cohésion des cristaux : liaisons métallique, covalente et ionique, liaisons intermoléculaires (van der Waals et liaison hydrogène).

De l'ordre au désordre : exemple des amorphes (verres), des liquides.

Les cristaux de diiode et de dioxyde de carbone seront présentés comme exemple de cristaux moléculaires. Le calcul de l'énergie électrostatique d'un cristal ionique et celui de la constante de Madelung sont hors programme.

Définitions élémentaires sur la structure cristalline : réseaux, nœuds, motifs et mailles.

La connaissance des quatorze réseaux de Bravais n'est pas au programme.

Assemblages compacts de sphères identiques : l'arrangement ABAB hexagonal compact et l'arrangement ABCABC cubique compact. Coordinence et compacité.

Un assemblage pseudo-compact : le cubique centré .

Existence de sites intersticiels tétraédriques et octaédriques dans les assemblages compacts cubique et hexagonal.

Le cas du réseau cubique compact sera seul utilisé pour décrire les deux types de sites et calculer leurs dimensions respectives.

L'aide d'un logiciel pour la visualisation des sites dans les cas les plus simples (système cubique, système hexagonal) et dans quelques systèmes plus complexes est possible.

Assemblages ioniques :

- description des divers types de structures dérivées du réseau cubique compact selon le remplissage des sites (type NaCl, type ZnS, type CaF₂);
- cas du réseau cubique simple CsCl;
- relations entre type structural et rayons ioniques dans le cas des composés AB.

Le modèle covalent : description de la structure du diamant, du graphite et du silicium.

Existence de bandes d'énergie pour distinguer conducteurs, isolants, semiconducteurs. La théorie des bandes n'est pas au programme.

Du cristal parfait au cristal réel : exemple de la non stoechiométrie de FeO.

L'intérêt de la non stoechiométrie pour l'interprétation de certaines propriétés physiques (conductivité électrique...) sera signalé.

III.2 - Les matériaux métalliques

III.2.1 - Étude de quelques principes d'élaboration des métaux

Lors de l'évaluation, on fournira aux étudiants les données thermodynamiques et cinétiques nécessaires pour l'interprétation des phénomènes.

On utilisera les courbes intensitépotentiel sans faire appel à la théorie cinétique des réactions électrochimiques.

Construction et utilisation des diagrammes d'Ellingham : application au grillage et à la pyrométallurgie.

La technologie des fours de type haut fourneau ne sera pas développée.

Les exemples présentés pourront être choisis dans la métallurgie du zinc.

Construction et utilisation des diagrammes potentiel-pH: application à l'hydrométallurgie (lixiviation, purification, cémentation).

Cette étude sera développée autour des diagrammes potentiels-pH du zinc, du cuivre et du fer.

Utilisation des courbes intensité-potentiel : application à la préparation du zinc par électrolyse.

On utilisera les courbes intensité-potentiel du zinc et de l'eau lors de l'électrolyse. Cette partie ne pourra faire l'objet de questions de cours lors de l'évaluation.

III.2.2 - Phénomènes de corrosion

Préambule

Il sera intéressant de montrer ici, sur quelques exemples très simples, comment on adapte un matériau à ses utilisations.

Utilisation du zinc pour la protection contre la corrosion du fer.

Cette étude sera l'occasion de traiter de la corrosion humide du zinc et du fer c'est-à-dire des aspects :

- -thermodynamiques (diagrammes potentiel-pH);
- -cinétiques (courbes intensité-potentiel);
- et de diverses applications (galvanisation, anodes sacrificielles, électrozinguage).

Travaux pratiques

Préambule

Pour que les étudiants puissent

atteindre un bon niveau de connaissances et de savoir-faire dans le domaine expérimental, il convient que les sujets de travaux pratiques proposés leur permettent d'acquérir une bonne maîtrise des appareils, des méthodes et des phénomènes au programme et les habituent à les utiliser, en faisant preuve d'initiative et d'esprit critique. L'étudiant sera amené à réfléchir, à comprendre le phénomène par une série d'hypothèses, de vérifications expérimentales qui exigeront de lui initiative, savoir-faire, rigueur et honnêteté intellectuelle. On doit s'efforcer de développer une bonne faculté d'adaptation à un problème qui peut être nouveau, à condition qu'il soit présenté de façon progressive. La nouveauté peut résider dans le phénomène étudié, dans la méthode particulière ou dans l'appareillage. Dans cette hypothèse la séance doit comporter non seulement la manipulation proprement dite, mais aussi des temps de réflexion, de construction intellectuelle, de retour en arrière, d'échanges avec le professeur.

L'utilisation d'un ordinateur, soit pour l'acquisition et le traitement de données expérimentales, soit pour comparer les résultats des mesures aux données théoriques évitera des calculs longs et répétitifs et favorisera le tracé de courbes ainsi que la représentation graphique des résultats. On pourra ainsi multiplier les expériences en faisant varier les conditions d'expérimentation, montrant en particulier l'influence des paramètres pertinents sur le phénomène étudié et renforcer ainsi le lien entre la théorie et les travaux expérimentaux par référence à des modèles de divers niveaux d'élaboration.

Les séances de travaux pratiques seront établies à partir de la liste figurant in fine. Elles devront permettre de juger, non seulement le savoir-faire des étudiants, mais aussi le sens critique, l'initiat jve, le réflexe et le comportement devant les réalités expérimentales ; un compte rendu leur sera demandé. Pour ce qui concerne l'outil informatique, il pourra être proposé d'utiliser un ordinateur en tant qu'assistant ; une procédure simple étant clairement indiquée aux étudian 15, aucune connaissance préalable du matériel et des logiciels ne devra être requises de façon à ce que la séance conserve le but unique d'évaluer les capacités en physique ou en chimie.

Les étudiants ne sont pas censés connaître des méthodes et des appareils autres que ceux figurant dans la liste figurant *in fine*. En ce qui concerne ces appareils, on ne pourra exiger des étudiants qu'ils ne connaissent plus que leur principe sommaire de fonctionnement.

Par l'importance donnée à ces séances, on souhaite, en particulier, continuer à améliorer dans l'esprit des étudiants la relation qu'il ont à faire entre le cours et les travaux pratiques et leur donner le goût des sciences expérimentales, même s'ils n'en découvrent, à ce stade, que quelques-unes des méthodes.

Thèmes et méthodes

- Vérification de la loi de Beer-Lambert.
- Méthodes de dosages volumétriques à l'aide d'indicateurs de fin de réaction.
- Tracé et exploitation de courbes de titrage par pHmétrie, conductimétrie et potentiométrie.
- Détermination des constantes thermodynamiques en solution aqueuse : constante d'acidité, produit de solubilité, constante de dissociation ou de formation de complexe, potentiel standard d'oxydoréduction.
- Étude d'une cinétique chimique : vérification de l'ordre d'une réaction et détermination de la constante de vitesse. Influence de la température.
- Utilisation des modèles moléculaire et cristallin.
- Techniques de la chimie organique :
- préparations simples ;
- séparation et caractérisation par chromatographie (colonne et couches minces);
- extraction par lavage et décantation ;
- caractérisation des groupes fonctionnels du programme;
- recristallisation et prise de point de fusion;
- distillations sous pression atmosphérique et sous pression réduite;
- hydrodistillation ou entrainement à la vapeur d'eau.
- Certaines séances de travaux pratiques feront appel à l'utilisation d'outils informatiques :
- pour la saisie et le traitement de données;
- pour la simulation (thermodynamique, cinétique, spectres IR et RMN);

- pour la modélisation moléculaire et la cristallographie.
- Utilisation de banques de données : tables de fréquences IR et de déplacements chimiques en RMN du proton.

Liste de matériel nécessaire au fonctionnement des activités expérimentales

Lunettes, gants, poires d'aspiration.

- *Balance électronique.
- *Spectrophotomètre UV-visible.

Verrerie usuelle de dosage : burette, fiole jaugée, pipette.

- *Agitateur magnétique.
- *pH-mètre, *conductimètre, *millivolt-mètre interfacés à l'ordinateur.

Électrodes de référence, électrode de verre, électrodes métalliques.

Cellule de conductométrie.

Bain thermostaté.

Modèles moléculaires et cristallins.

Le poste de chimie organique : chauffage électrique, agitateurs magnétiques chauffants, réacteurs rodés, ampoule de coulée, ampoule à décanter, réfrigérant, trompe à eau, matériel de filtration, évaporateur rotatif.

Montages de distillation sous pression atmosphérique et sous pression réduite. Matériel de chromatographie sur couches minces et sur colonne.

- *Banc Kofler.
- *Réfractomètre.

Étuve.

*Ordinateur avec écran couleur et imprimante.

Logiciels:

- de saisie et de traitement de données
 (tableur);
- de simulation (thermodynamique, cinétique, spectres IR et RMN);
- de modélisation moléculaire et de cristallographie;
- banques de données informatisées.

CRC Handbook of Chemistry and Physics.

Usuel de chimie générale et minérale.

*signalent les appareils dont le principe de fonctionnement n'a pas à être connu des étudiants.

Épreuves sélectionnées des Olympiades nationales de la chimie

Chapitre 6: Médicaments (A - Questionnaire)

1 - Maladies et médicaments

1 - Définir

1.1 - Allo pathie.

R : Médecine classique utilisant des médicaments produisant des effets contraires à ceux de la maladie.

R: Traitement des maladies par des substances chimiques, notamment antibiotiques et anticancéreuses.

1.3 - Honnéopathie.

R: Méthode thérapeutique qui consiste à traiter les maladies par des doses infinitésimales de produits capables (à plus fortes doses) de déterminer des symptômes identiques aux troubles que I'on veut supprimer (par opposition à l'allopathie).

1.4 - Phytothérapie.

R: Traitement de certaines affections par les plantes.

1.5 - Antipyrétique.

R: Qui combat la fièvre (fébrifuge, antithermique).

1.6 - Ana Igésique.

R: Qui diminue ou supprime la douleur.

Bordeaux, 1990

2 - Quel type de médicaments désigne-t-on sous le nom de médicaments étiologiques ?

R: Médicaments agissant sur la cause de la maladie par opposition aux médicaments symptomatiques qui empêchent ou atténuent seulement certaines de ses manifestations.

3 - Toute une sélection de médicaments essentiels nous est proposée à l'heure actuelle, avec des propriétés plus ou moins spécifiques. Associez le médicament et sa fonction.

analgésique

éther

anti-in fectieux

paracétamol

antico aqulant

3 pénicilline

diabète

héparine

E antiscorbut acide ascorbique

anesthésiant insuline

R: A2; B3; C4; D6; E5; F1.

4 - Associez le médicament et sa fonction thérapeutique :

hypnotique analgésique cyclosporine anti-inflammatoire streptomycine antibiotique benzodiazépine

prévention des rejets en cas de greffe

R: A4; B5; C1; D3; E2.

5 - L'absorption ou le manque de certains corps peut provoquer de graves maladies ; que peuvent provoquer ou guérir des corps tels que :

anthracnose A mercure saturnisme B argent C vitamine C argyrisme charbon scorbut fer diabète insuline silicose G iode hydrargyrisme

sidérose quartz dysfonctionnement de la thyroïde

J vitamine A 10 cécité

R: A7; B3; C4; D1; E8; F5; G9; H2; I6; J10

(remarque : C, F, G et J sont employés dans la prévention ou le traitement de la maladie).

> Toulouse, 1990; Limoges, Pau, Aix-Marseille, Versailles, Concours National, 1991

acide acétylsalicylique

2 - Fabrication et contrôle des médicaments

1 - Fabrication de nouvea ux médicaments

1.1 - Qu'appelle-t-on le screening?

R: Il s'agit de la série d'essais pharmacologiques préliminaires

Extrait du 2e Recueil d'épreuves sélectionnées des Olympiades nationales de la chimie (5e, 6e et 7e Olympiades). Début de la publication dans le n° 6 d'oct obre-novembre 1995 de L'Actualité Chimique, p. 41-49.

pour tester l'action thérapeutique de nouveaux médicaments potentiels.

1.2 - Les médicaments utilisés actuellement se classent de la manière suivante (figure 1):

Que signifie:

- Chiralité?

H plomb

R: Une molécule chirale est optiquement active, c'est-à-dire qu'elle fait dévier le plan de polarisation de la lumière ; elle n'est pas superposable à son image dans un miroir plan.

– Énantiomère ?

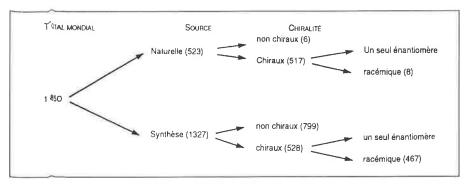


Figure 1 - Classement des médicaments. Les nombres indiqués sont les nombres de principes actifs (Informations Chimie, ju in 1990).

R: 2 molécules sont énantiomères si elles sont images l'une de l'autre dans un miroir et non superposables ; leurs pouvoirs rotatoires spécifiques sont opposés.

- Racémique?

R : C'est un mélange équimolaire de 2 énantiomères ; il est optiquement inactif par compensation.

1.3 - En 1989, 20 nouvelles molécules actives sont apparues sur le marché (après l'année record de 1988 avec 47 molécules nouvelles). Parmi ces 20 médicaments, on trouve :

1.3.1 - Une hormone de croissance humaine, chaîne polypeptidique de 191 acides α aminés. Donner la formule générale d'un acide α aminé.

R—CHNH₂—COOH

1.3.2 - Un agent de contraste. Dans quel domaine de la médecine utilise-t-on un tel produit?

R: En radiologie.

1.3.3 - Une céphalosporine. Cette molécule est-elle un :

- antifongique?
- antidépresseur ?
- antihypertenseur ?
- antibiotique ?

R: Un antibiotique.

Clermont-Ferrand, 1990; Rouen, Nancy, 1991

2 - La galénique

2.1 - Qu'est-ce que la galénique ?

R : C'est la mise en forme pharmaceutique d'un médicament comportant généralement l'addition aux principes actifs d'un excipient inerte qui donne aux médicaments le conditionnement recherché. Il existe des formes multiples (pilules, comprimés, gélules, pommades, etc.). La forme influence la pénétration du médica ment.

2.2 - Trois boîtes de médicaments portent les noms commerciaux suivants : Aferadol ; Doliprane ; Efferalgan.

En examinant leur composition, on constate que l'on retrouve le même nom chimique : le paracétamol qui est pour le médicament:

A: métabolite B: principe actif C: exci pient D: solvant

E : enrobage.

R : B

2.3 - Que signifie le sigle QSP?

R : Quantité suffisante pour.

Clermont-Ferrand, 1990; Orléans-Tours, 1991

3 - Identification d'un médicament

Un mévicament peut être identifié par tout un éventail de procédés, entre autres :

3.1 - L'examen des spectres d'absorption UV et IR.

A quelles longueurs d'ondes correspondent:

• les radiations UV ?

R : Domaine usuel des spectrophotomètres UV; $200 < \lambda < 400 \text{ nm}$

• les radiations IR ?

R : Domaine usuel des spectrophotomètres IR; $2500 < \lambda < 16000 \text{ nm}$; $600 < 1/\lambda$ < 4 000 cm⁻¹

Quelle est l'expression générale de l'énergie d'un photon?

 $R : E = hv = hc/\lambda$

h : constante de Planck, c : célérité de la lumière dans le vide, ν : fréquence et λ : longueur d'onde.

3.2 - Son étude par chromatographie :

3.2.1 - Quels types de chromatographie

connaissez-vous?

R: Chromatographie d'adsorption sur couche mince ou sur colonne, chromatographie en phase gazeuse, chromatographie d'échange d'ions, chromatographie de perméation.

3.2.2 - En prenant l'exemple de la chromatographie sur couche mince, définir convenablement les termes : phase stationnaire, phase mobile, éluant, détection.

R: La chromatographie est une méthode permettant de contrôler la pureté d'une substance et de séparer les constituants d'un mélange : le mélange est fixé sur un support appelé phase stationnaire (par exemple un gel de silice déposé en couche mince sur une plaque de matière plastique) puis est entraîné par un solvant approprié appelé phase mobile ou éluant (l'éluant est entraîné par capillarité). Les constituants se séparent par migration différentielle : chacun d'eux est d'autant plus entraîné par l'éluant qu'il est plus soluble dans celui-ci et moins adsorbé sur la phase stationnaire. Après migration les taches doivent être révélées (détection) : on pulvérise sur la plaque un réactif caractéristique ou on observe la plaque en lumière UV si la silice comporte un indicateur de fluorescence.

3.2.3 - Lors d'une analyse chromatographique sur couche mince, on a obtenu le chromatogramme suivant (figure 2):

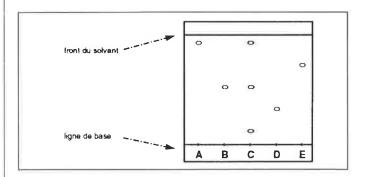


Figure 2 - Chromatogramme d'une analyse chromatographique sur couche mince. Produits : A : aspirine, B : acétaminophène, C : médicament à analyser, D : caféine, E, phénacétine.

Quelle est votre interprétation de ce chromatogramme ? Au moyen de quel paramètre peut-on caractériser dans ces conditions analytiques un produit donné comme l'aspirine ? Calculer approximativement sa valeur.

R: Le médicament contient de l'aspirine, de l'acétaminophène et un produit non identifié (il ne contient pas de caféïne et pas de phénacétine). On caractérise un produit donné par la valeur du

 $R_f = (distance origine-produit)/(distance origine-front du solvant)$ (appelé rapport frontal); pour l'aspirine : $R_f = 0.95$.

> Lyon, 1990; Lille, Rouen, 1991

4 - Contrôle des médicaments

4.1 - Combien de temps s'écoule-t-il en moyenne entre la mise en évide no de l'effet thérapeutique d'une molécule et sa commercialis ation sous forme de médicament : 3, 10 ou 20 ans ? R: 10 an s on movenne.

4.2 – L'e≶si clinique d'un nouveau médicament est réalisé par rapport 🕭 দ placebo ; qu'est-ce qu'un placebo ?

R: Le terme placebo qualifie une substance inactive donnée à la place d'un médicament et dont le caractère non médicamenteux n'est pas connu du patient.

4.3 - La thalidomide est un médicament retiré du marché. Ce produit existe sous 2 formes énantiomères, l'un des énantiomères est non toxique, l'autre est tératogène. Que signifie le mot tératogène?

R: Un effet tératogène est un effet qui provoque le développement d'organes ou d'organismes anormaux (provient du grec teratos : monstre)

4.4 - Qu'est-ce que la pharmacovigilance ?

R : C'est le suivi du médicament en cours de commercialisation pour étudier ses effets inattendus ou toxiques.

4.5 - Que signifient les sigles : OMS

R: Organisation Mondiale de la Santé.

R: Autorisation de mise sur le marché.

4.6 - Quel est le petit livre rouge des pharmaciens ?

R: Le Vidal,

Dijon, 1990-1991; Orléans-Tours, Lille, 1991

3 - Les vitamines

1 - Questions générales relatives aux vitamines

1.1 - Qu'appelle-t-on vitamine?

R : Substance organique indispensable en petite quantité au métabolisme de l'organisme qui ne peut en effectuer lui-même la synthèse et qu'il doit donc trouver dans son alimentation.

1.2 - Quelle est l'origine de l'appellation vitamine ?

R: Le nom de vitamine a été donné par C. Funk en 1914 lorsqu'il étudia le composé des polissures de riz guérissant le béribéri (vitamine B₁), ce composé posséde une fonction amine d'où le nom vitamine: du latin vita (vie) et amine.

1.3 - Du point de vue chimique, en quoi les vitamines se distinguent-elles des oligo-éléments tels que le fer, l'iode, le manganèse, le zinc, également indispensables à l'organisme ?

R: Ce sont des composés organiques.

1.4.1 - Le manque de vitamines s'appelle :

R: Carenceou avitaminose.

1.4.2 – Le scorbut résulte-t-il d'une carence en vitamine : K, D, C ou B?

R:C

1.4.3 - Le béribéri résulte-t-il d'une carence en vitamine : PP, C, B1 ou A?

R: B1

1.4.4 - Citez trois vitamines, les maladies provoquées par leur carence, ai nsi que les aliments dans lesquels on peut les trouver?

R: Vitamine C: scorbut - fruits (agrumes), légumes frais;

Vitam ine D: rachitisme - lait, œufs, beurre, foie;

Vitamine A: troubles de la croissance et de la vue - huiles de foie de poisson, foie, épinard, fruits jaunes, produits laitiers; Vitam ine B₆: troubles neurologiques - levure, germes de céréales, jaune d'œuf, foie ;

Vitam ine B₁: béribéri - levure, lentilles, pain complet.

Bordeaux, Lille, 1990; Limoges, 1990-1991; Lyon, Paris, Rouen, 1990; Concours national, 1991

2 - Formules de quelques vitamines

2.1 - La vi tamine A a la formule développée :

Quelle est sa formule brute?

 $R : C_{20}H_{30}O$

Rouen, Bordeaux, 1990.

2.2 - Étude de la vitamine B₁.

2.2.1 - Quels groupes fonctionnels reconnaissez-vous dans la vitamine B₁ ? Quel est le nom de chacun des cycles ?

R : Alcool primaire, amine primaire, pyrimidine, thiazolium.

2.2.2 - Est-elle liposoluble ou hydrosoluble ? Pourquoi ?

R : La molécule est hydrosoluble en raison de son caractère ionique.

Paris, 1990; Besançon, 1991

2.3 - La vitamine B₆ qui est avec le calcium et le phosphore un des conutriments du magnésium s'appelle la pyridoxine et a pour formule:

2.3.1 - Écrire l'équation bilan de l'action de ce composé sur l'acide chlorhydrique.

2.3.2 ~ Quels sont les fonctions et les groupes importants de la chimie organique présents dans la vitamine B₆?

R: Alcool primaire, phénol, pyridine.

2.3.3 - Le phosphate du 5-pyridoxal est un agent, A, important dans la transformation des aminoacides. On l'obtient à partir de la pyridoxine par :

- oxydation de la fonction alcool (4) en aldéhyde,

- esté rification de la fonction alcool (5) par l'acide phosphorique H₃PO₄,

et ionisation des 2 autres fonctions acides. On l'utilise sous forme de sel de calcium.

Écrire la formule de A

Cette molécule réagit-elle sur la 2, 4-DNPH ?

Cette molécule réagit-elle sur la liqueur de Fehling?

Lyon, 1990-1991; Paris, Toulouse, 1991.

2.4 - La vitamine B₁₂ indispensable pour la formation des globules rouges est un complexe organométallique qui renferme un élément métallique. Son autre nom est cyanocobalamine. Quel élément métallique contient-elle?

R: Le cobalt.

Caen, 1991

2.5 - La vitamine D

Deux variétés de vitamine D ont pour formules développées :

Sachant que la formule brute de la vitamine D2 est C28H44O, quelle est celle de la vitamine D₃?

 $R : C_{27}H_{44}O$

Concours national, 1991

2.6 - La vitamine H' est l'acide para-aminobenzoïque. Elle permet la formation d'acide folique.

Les sulfamides (médicaments utilisés pour combattre les infections) entrent en compétition avec cette vitamine et bloquent ainsi la formation d'acide folique qui est nécessaire au métabolisme de la bactérie : ils empêchent ainsi leur multiplication.

Écrire la formule de la vitamine H'.

R:

Rouen, 1990; Bordeaux, 1990

2.7 - La vitamine K₁ (vitamine de coagulation, antihémorragique) a pour formule développée :

2.7.1 - Quelle est sa formule brute?

 $R: C_{31}H_{46}O_2$

2.7.2 - Comment appelle-t-on la fonction chimique caractérisée par les 2 atomes d'oxygène en position 1,4 du cycle C6 représenté ci-dessous :

R: Fonction quinone.

Concours national, Caen, 1991

NB: Pour tout ce qui concerne la vitamine C, voir le premier recueil.

4 - Les analgésiques

1 - Présentation générale

Les analgésiques sont des médicaments susceptibles de calmer, voire du supprimer la douleur.

Certains ont un effet modéré comme l'aspirine et sont dits mineu s, d'autres sont très puissants comme la morphine.

Ces produits agissent sur le SNC. Que signifie ce sigle ?

R: Système nerveux central.

2 - Formules de quelques analgésiques à effet modéré

Compléter le tableau I (voir page suivante) donnant la structure et le nom de quelques analgésiques ; attribuer leur nom commercial sachant qu'il s'agit de l'aspirine, de l'antifébrine, du paracétamol et de la phénacétine.

R: les réponses sont indiquées entre parenthèses.

Lille, 1990-1991; Rouen, 1990

Structure	Nom en nomenclature internationale	Nom du principe actif ou nom commercial	
(⊙)—NH - C—CH,	(acétanilide)	(antifébrine)	
0 - -	para-éthoxyacétanilide	(phénacétine)	
о но	(para-hydroxyacétanilide)	(paracétamol)	
O-O-C-CH ₃	acide acétylsalicylique	(aspirine)	

Tableau I - Tableau à compléter. Les réponses sont indiquées entre parenthèses.

3 – Les alcaloïdes

Les plantes contenant des alcaloïdes (composés hétérocycliques azotés) constituent une source de produits pharmaceutiques efficaces contre la douleur et la fièvre.

La théobromine et la caféïne font partie de la famille des alcaloïdes.

3.1 - Quelle est l'origine de ce nom?

R: Les alcaloïdes sont des composés organiques basiques (alcali : soude).

3.2 - Entourer dans la liste des substances qui suivent celle qui n'est pas un alcaloïde : cocaïne - papavérine - caféïne - tropane quinine - méthionine - strychnine - sérotonine - morphine.

R: La méthionine est un acide aminé.

3.3 - Entourer les alcaloïdes dans la liste suivante : aspirine - atropine - carotène - celluloïd - chlorophylle - morphine - nicotine - strychnine - vanilline.

3.4 - L'opium fut utilisé comme drogue depuis le 3e siècle avant J.C. L'opium est le suc desséché des capsules de pavots et contient 30 % en masse d'un mélange d'alcaloïdes, parmi ceuxci le plus important (10 % en masse) est la morphine. La structure de la morphine est:

Indiquer les fonctions présentes dans cette molécule :

acide alcool amine ester

phénol éther

cétone

aldéhyde

R.: Alcool, amine, phénol, éther.

La codéine (éther méthylique de la morphine formé à partir de la fonction phénol) est utilisée en médecine humaine comme analgésique et antitussif. Donner sa structure.

R:

3.5 - Soit les 3 molécules suivantes: Indole

Diéthylamide de l'acide lysergique (LSD)

Strychnine

$$\begin{array}{c} C = C - N (C_2H_5)_2 \\ H = - \begin{array}{c} N = CH_3 \\ N = CH_3 \end{array}$$

3.5.1- Parmi les quelques milliers d'alcaloïdes isolés de plantes diverses, 500 environ peuvent être classés comme alcaloïdes indoliques, parmi lesquels l'acide lysergique, dont dérivent le LSD et la strychnine. Commenter cette phrase.

R: On retrouve le squelette de l'indole dans le LSD et la strychnine. 3.5.2 - Indiquer les noms des groupes fonctionnels des molécules représentées.

3.5.3 - Certaines de ces molécules contiennent un (ou des) atome(s) de carbone asymétrique(s). Les indiquer sur les formules par une étoile *

Remarque : en outre, les 2 atomes d'azote de la strychnine sont asymétriques.

3.6 - La quinine est utilisée comme fébrifuge dans le traitement de la malaria (ou paludisme). C'est une molécule optiquement active qui contient plusieurs carbones asymétriques.

3.6.1 - Sur la formule ci-contre, indiquez la position de trois d'entre eux.

3.6.2 — Quelles fonctions chimiques reconnaissez-vous dans la quinir*e?

R : Éther, alcool, amine.

3.7 - La yohimbine est un alcaloïde dont la structure est donnée ci~après.

Quelles fonctions reconnaissez-vous?

R: Annine, ester, alcool.

3.8 - La cocaïne.

On rappelle que le traitement d'un ester RCOOR' par une base suivie d'une acidification du milieu donne un acide RCOOH et un alccol R'OH.

L'oxyclation d'un alcool

R-CHR'-OH

donne une cétone

R-CO-R'

Le trai tement par une base de la cocaïne suivi d'une acidification donne un produit A, du méthanol et de l'acide benzoïque. L'oxydation de A donne B dont la formule est indiquée ci-dessous :

coca Tine

$$A + CH_3OH + C_6H_5COOH$$

$$A \longrightarrow B$$

$$H_3C \longrightarrow B$$

$$H_2C \longrightarrow CH \longrightarrow CH$$

$$CH \longrightarrow CH$$

3.8.1 - Que peut-on déduire de la présence d'un autre alcool (le méthanol) à côté de A et de l'acide benzoïque?

R: La cocaïne présente 2 fonctions ester.

3.8.2 ~ Écrire la formule de la cocaïne.

3.9 - Le Glifanan est un médicament « anti-douleur » non morphinique. Son principe actif est la glafénine.

3.9.1 \sim Au vu de la formule de celle-ci, s'agit-il d'un diacide, d'un monoacide, d'une dibase, d'une monobase?

R: Il s 'agit d'une dibase.

3.9.2 - En fonction du caractère acidobasique de cette substance, quelle est sa forme soluble dans l'eau?

$$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \text{HO--CH}_2\text{--CH---CH}_2\text{--OOC} \\ \text{NH}_2\text{---N---H} \end{array} \begin{array}{c} \text{CI} \\ \text{2 X} \\ \text{N----H} \end{array}$$

Concours national, 1990; Besançon, 1990-1991; Clermont-Ferrand, Nancy, Nice-Toulon, Pau, 1990; Rouen, 1989-1990; Reims, Strasbourg, 1990; Paris, 1991

4 - Synthèse d'analgésiques dérivés de l'acétanilide

4.1 - Préparation de l'acétanilide (fébrifuge) L'équation bilan de la réaction de synthèse est la suivante

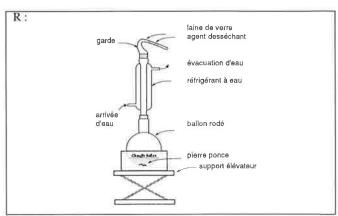
4.1.1 - Quelle est la fonction chimique principale de l'acétanilide?

R: Fonction amide.

Mode opératoire :

Dans un ballon, mettre 10,2 g d'aniline et 20 cm3 d'acide éthanoïque (solvant). Ajouter 0,2 g de poudre de zinc (qui réduit les impuretés colorées de l'aniline). Ajouter lentement 15 cm³ d'anhydride éthanoïque. Chauffer doucement à reflux pendant 30 min.

4.1.2 - Dessiner le montage du chauffage à reflux.



Refroidir à température ambiante avant de démonter le réfrigérant. Filtrer rapidement sur papier filtre pour éliminer la poudre de zinc. Ajouter 100 cm³ d'eau glacée. Refroidir dans un bain de glace. L'acétanilide précipite. Filtrer sous pression réduite. Laver à l'eau froide. Sécher, peser. On a obtenu 8,1 g d'acétanilide. Données:

masse volumique de l'acide éthanoïque : 1,05 g. cm⁻³

de l'anhydride éthanoïque : 1,08 g. cm-3

masses molaires moléculaires :

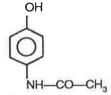
aniline: 93 g mol-1; anhydride éthanoïque: 102 g. mol-1

acétanilide : 135 g. mol-1

4.1.3 - Calculer le rendement de la réaction

R: 54,5 %

4.2 - Le paracétamol est un produit d'actualité. Sa formule développée est la suivante :



4.2.1 - Quelle est l'utilisation de cette molécule ?

- analgési⊲4e - explosif - additif pour l'essence sans plomb. R: Analgé sique.

4.2.2 - Quelles sont les fonctions présentes dans cette molécule?

R: Phénol et amide.

4.2.3 - Qu'est-ce qu'un antipyrétique?

- un antigel - un fluide réfrigérant - un médicament contre la fièvre.

R: Un médicament contre la fièvre.

4.2.4 - Le Paracétamol peut être préparé par action de l'anhydride éthanoïque sur du para-aminophénol, selon l'équationbilan suivante :

Cette réaction se fait avec un rendement de 90 %. Sachant que l'on fait réagir 2,18 g de para-aminophénol avec un excès d'anhydricle éthanoïque, quelle masse maximale de paracétamol obtient-on compte tenu de ce rendement?

Masses molaires en g. mol-1: C: 12; H: 1; N: 14; O: 16.

 $R: 3.02 \times 0.9 = 2.72 g$

4.3 - Préparation d'un médicament : le Doliprane contenant comme principe actif le paracétamol, appelé aussi parahydroxyacétanilide qui peut se préparer suivant le schéma réactionnel ci-après:

Quels sont les réactifs R₁, R₂ et R₃ (noms et formules chi miques)?

R: R₁: Acide nitrique HNO₃ (dilué, et à 20 °C dans la deuxième utilisation),

R2: Étain et acide chlorhydrique Sn, HCl (ou autre agent d'hydro-

R₃: Anhydride éthanoïque CH₃-CO-O-CO-CH₃

Besançon, Reims, 1990; Lille, Orléans-Tours, Toulouse, 1991

5 - Synthèse industrielle de l'aspirine

L'aspirine est préparée à partir d'acide salicylique par :

5.1 - Compléter les noms des corps cités :

R: CH3COOH: acide éthanoïque

CH₃-CO-O-CO-CH₃: anhydride éthanoïque.

Le schéma de fabrication de l'acide salicylique est le suivant

5.2 - Écrire la suite d'équations-bilans

$$\begin{array}{c|cccc} OH & O^{\bullet}Na^{+} \\ \hline O & + NaOH \rightarrow & O & + H_{2}O \\ \hline O^{\bullet}Na^{+} & OH \\ \hline O & + CO_{2} \rightarrow & O \\ \hline OH & OH \\ \hline O & OH \\ \hline O & OH \\ \hline OOH & OOH \\ \hline OOOH & OOH \\ \hline OOOH & OOOH \\ \hline OOOH & OOOH$$

Pour obtenir 1 tonne d'acide salicylique, on utilise 800 kg de phénol, 500 kg de dioxyde de carbone, de la soude et de l'acide sulfurique.

5.3 - Quel réactif est en excès ? Quel est le rendement de la réaction?

R: CO₂ est en excès; rendement: 85 % (par rapport au phénol).

Reims, 1991

NB: Pour une étude des propriétés et des méthodes de dosage de l'aspirine, voir le premier recueil.

6 - Synthèse d'un anesthésique local : la benzocaïne (para-aminobenzoate d'éthyle ou 4-aminobenzoate d'éthyle)

Matière première : toluène

1)
$$\bigcirc$$
 CH₃ + HNO₃ \rightarrow A (la nitration en para -position 4 - est prédominante)

(2) A + oxydant énergique → B (acide 4-nitrobenzoïque)

(3)
$$B + H_2 \stackrel{\text{Ni Raney}}{\longrightarrow} C$$

(4) C + éthanol ↔ D (benzocaïne) + H₂O

6.1 - (crivez les formules :

R:

$$A: O_2N \longrightarrow CH_3$$

$$D: H_2N \longrightarrow C \longrightarrow C_2H_5$$

6.2 - Quel est le nom de la réaction (4)?

R: Estérification.

6.3 - Comment peut-on déplacer l'équilibre dans le sens d'une augmentation du rendement en benzocaïne ?

R: En éliminant l'eau ou en mettant un excès d'éthanol.

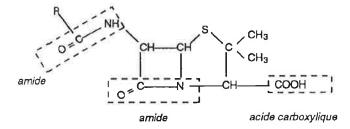
Strasbourg, 1990

5 - Les antibiotiques et les antibactériens

1 - Ils Constituent un groupe varié de composés produits par des micro-organismes et qui sont toxiques pour les autres. Selon son type et sa posologie, un antibiotique est bactéricide (tuant les bactéries) ou bactériostatique (arrêtant leur multiplication). L'antibotique le plus connu est la pénicilline. En quelle année fut-il disponible: 1918, 1925, 1938, 1945, 1955 ou 1962? R: 1945.

2 - Les pénicillines

2.1 - La formule générale des pénicillines est :



Indiquer le nom des fonctions encadrées.

2.2 - L'ampicilline:

est un médicament de la famille des pénicillines.

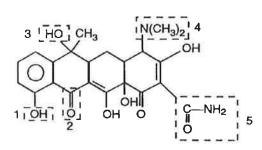
En ne considérant que les fonctions acide et amine de la molécule, écrire les équations bilan des réactions des corps suivants sur cette molécule :

2.2.1 - Action d'une solution aqueuse d'acide éthanoïque

 $R: R-NH_2 + CH_3COOH \rightarrow R-NH-CO-CH_3 + H_2O$

2.2.2 - Action d'une solution aqueuse d'hydroxyde de potas-

R: R'-COOH + OH $^{\Theta} \rightarrow$ R'-COO $^{\Theta}$ + H₂O



3 - La formule du chloramphénicol est donnée ci-dessous ; entourer la fonction amide.

Lyon, Caen, Rouen, 1990; Créteil, 1991

4 - La formule de la tétracycline est la suivante :

Nommer les groupes fonctionnels qui sont encadrés sur la molécule.

R: 1 phénol, 2 cétone, 3 alcool, 4 amine, 5 amide.

Reims, 1991

5 - Les sulfamides

Les sulfamides sont des produits organiques de synthèse qui ont un rôle dans la lutte antimicrobienne et comme produits antidiabétiques.

5.1 - Agissent-ils:

- en tuant les bactéries.

- en s'opposant à la synthèse des protéines microbiennes ?

R : Ils s'opposent à la synthèse des protéines microbiennes et ont donc une action bactériostatique; contrairement aux pénicillines, ce ne sont pas des bactéricides.

5.2

Quel est le groupe fonctionnel caractéristique que l'on rencontre dans les sulfamides ?

Groupe sulfonamide - SO₂-N<

5.3.4 - du chlorure de benzènesulfonyle

R :

R:

5.3.5 - qu'obtient-on par action d'une amine RNH2:

- sur le chlorure de benzoyle :

- sur le chlorure de benzènesulfonyle :

RNH₂ +
$$\bigcirc$$
 SO₂CI \longrightarrow SO₂—NHR + HCI

5.3.6 - Action du chlorure de para-toluènesulfonyle sur une amine : on fait réagir le chlorure de l'acide para-toluène sulfonique (ou chlorure de para-méthylbenzènesulfonyle)

- sur une amine primaire sur une amine secondaire. Qu'obtient-on dans chaque cas ? Écrire les équations bilan des réactions correspondantes.

Pourquoi effectue-t-on, généralement, ces réactions en présence d'une amine tertiaire ou d'une solution diluée de soude?

R: Pour neutraliser HCl; sinon deux équivalents d'amine primaire ou secondaire seraient nécessaires.

5.4 - La sulfamérazine a pour formule :

En déduire les 2 composés à partir desquels elle a été synthé-

R·

$$CH_3$$
 NH_2 et H_2N O SO_2CI

5.5 - Dans la liste du tableau suivant, cocher le nom des sulfamides:

(Remarque : la carbutamide est une sulfonylurée)

sulladiazine H₂N -(⊙)–SO₂– NH -(°) N	x	sulfaguanidine H₂N(⊙)SO2 NHCNH2 II NH	х
carbutamide H ₂ N \longrightarrow O \longrightarrow SO ₂ \longrightarrow NH \longrightarrow CO \longrightarrow NH \longrightarrow (CH ₂) ₂ \longrightarrow CH ₃		tyrosine HO _{O}_CH ₂ _ CH_COOH I NH ₂	
cystine HOOC_CH_CH ₂ _S_S_CH ₂ _CH_COOH I NH ₂ NH ₂		protonsil $H_2N \longrightarrow N = N \longrightarrow SO_2 \longrightarrow NH_2$ NH_2	

Lille, 1990-1991. Limoges, Pau, Concours national, 1990

- Les stéroïdes

1 – Les stéroïdes sont présents chez tous les êtres vivants animaux et végétaux, mais les plus importants sont d'origine animale et Certains jouent un rôle biologique essentiel. Les stéroïdes on ten commun la présence d'un squelette tétracyclique cyclopent aphénanthrénique plus ou moins hydrogéné :

Parmi les molécules suivantes (voir ci-contre), quelles sont celles qui appa⊢_{tiℓ}nnent au groupe des stéroïdes ?

2 - On parle beaucoup dans le monde sportif des anabolisants et plus particulièrement des stéroïdes.

2.1 – Dé**t**irir la notion d'anabolisant en complétant le schéma de la figu 108 (page suivante) relatif au métabolisme.

2.2 - Aux jeux Olympiques de Séoul, le canadien Ben Jonhson a été diso uálifié après la finale du 100 m homme :

Quels tests ont montré la présence de stéroïde interdit : analyses d'unines? prises de sang?

R: Analy ses d'urine.

Quel stér vide a-t-on détecté ?

R : Stano olo (stéroïde anabolisant).

4 X 6[5

Est-ce un stéroïde de synthèse ? un stéroïde naturel ?

R: Un stéroïde de synthèse.

3 - La cortisone est une?

R: Hormone

qui a deux actions essentielles : lesquelles ?

R: Anti-inflammatoire et anti-allergique.

A quelle famille de composés appartient-elle ?

R : Stéroïdes (c'est un corticostéroïde naturel produit par les capsules des glandes surrénales). Le médicament est un médicament

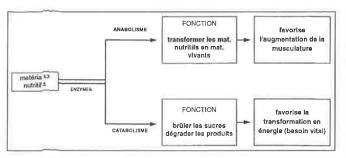


Figure 3 - Schéma du métabolisme dans un organisme vivant.

de synthèse produit à partir des acides biliaires des stérols.

4 - La prednisolone est un corticostéroïde artificiel :

Les 21 carbones de la molécule sont numérotés de 1 à 21 et les 4 cyles sont appelés conventionnellement A, B, C, D.

4.1 - Quels sont les carbones asymétriques présents dans cette molécule (on donnera leurs numéros)?

R: 10, 8, 9, 11, 13, 14, 17.

4.2 - Parmi les carbones qui constituent les 4 cycles A, B, C, D, citez ceux qui sont coplanaires :

R: Les carbones du cycle A.

4.3 - Les groupes méthyle, hydroxyle, ainsi que la chaîne carbonée, portés respectivement par les carbones 10, 13, 11 et 17 sont en position \(\beta \), c'est-à-dire au-dessus du plan moyen de la molécule. Sachant d'autre part que le groupe méthyle est relativement volumineux, sur quel carbone va se faire de façon préférentielle l'estérification?

R : Sur le carbone 21

4.4 - En chimie thérapeutique, l'Hydrocortancyl est l'ester acétique de la prednisolone. Écrire sa formule en ne reprenant que le cycle (A, B, C ou D) voisin du carbone sur lequel a lieu l'estéri-

R:

4.5 - Le soluté nasal appelé Deturgylone renferme un dérivé de la prednisolone ; de quel acide ce sel de sodium dérive-t-il ?

Pau, 1990; Rouen, 1991

7 - Sels minéraux et oligo-éléments

1 - Que signifie le terme oligo-élément?

R: Élement qui est présent en faible quantité dans l'organisme à la vie du quel il est indispensable.

2 - Un des rôles principaux des oligo-éléments est la biocatalyse d_{ens} les systèmes enzymatiques ou hormonaux. Expliquez la réaction et le rôle du fer dans l'organisme.

R: Le fer joue un rôle important dans la formation des globules rouge sanguins ; c'est un constituant de l'hémoglobine, pigment transporteur de l'oxygène et de la myoglobine, pigment qui stocke dans les muscles l'oxygène qui sera utilisée lors d'un exerci ce physique. Il est également un composant essentiel de plusie us enzymes. Il concourt à la fixation de l'oxygène par les cellules et à la transformation de sucre en énergie.

Pau. 1990

3 - Étude d'un médicament : Magne B₆

La vitemine B6 intervient dans le métabolisme des acides aminés et des protéines. Elle est avec le calcium et le phosphore un des conutriments (nutriment dont l'action se combine avec celle Qu nutriment en question et la facilite) du magnésium.

Indica tions : proposé dans les carences magnésiques avérées, isolées ou associées, utilisé dans le traitement des manifestations Yonctionnelles des crises d'anxiété avec hyperventilation (spasmophilie).

Formule: I

lactate de magnésium :

0,500 g

chlorhydrate de pyridoxine :

0,125 g

Excipient (dont colorant E 171):

qsp 1 comprimé dragéifié AMM 312 500.9

Remarque : la formule du chlorhydrate de pyridoxine est donnée dans le chapitre sur les vitamines.

3.1 - L'élément magnésium

Le numéro atomique du magnésium est Z = 12.

3.1.1 - Quelle est la structure électronique de l'atome de magnésium ? Indiquer la position du magnésium dans la classification périodique des éléments chimiques. Expliquer la formation des ions Ca2+ et Mg2+

 $R:1s^22s_2{}^2p^63s^2\\$

Mg est un alcalino-terreux, Ca2+ et Mg2+ ont la structure électronique stable d'un gaz rare (couche externe saturée).

3.1.2 - Le magnésium a 3 isotopes naturels de nombre de masse (ou nombre de nucléons) A: 24, 25, 26.

Les abondances isotopiques (en masse) sont :

24 12Mg : 78,6 % 25 12Mg : 10,1 % 26 12Mg : 11,3%

Calculer u 📭 valeur approchée de la masse molaire atomique du magnésiu 👊

R: M = (78,6x24 + 10,1x25 + 11,3x26)/100 $= 24,3 \text{ g. mol}^{-1}$

3.2 - L'acide lactique

L'acide lactique est un acide organique de formule développée : CH3-CHOH-COOH

3.2.1 - Donner son nom en nomenclature officielle.

R: Acide 2-hydroxypropanoïque.

3.2.2 - L'adide lactique peut être nommé D ou L acide lactique. Pourquoi ?

R: Il existe sous deux configurations différentes que l'on nomme D ou L su i ant la position du groupe hydroxyle porté par l'atome de carbone asymétrique en projection de Fischer (par référence au glycéraldé hyde).

acide D lactique

acide Llactique

3.2.3 - La molécule d'acide lactique est une molécule optiquement active. Comment peut-on illustrer cette propriété par une expérience simple?

R: Une solution de D ou de L acide lactique fait tourner le plan de polarisation de la lumière.

3.2.4 - Donner la formule du lactate de magnésium.

R: (CH3-CHOH-COO)2 Mg

3.3 - La dose quotidienne de magnésium à absorber par jour est de 300 mg pour un adulte. Combien de comprimés de Magné B6 faut-il prendre par jour pour obtenir cette masse?

Mg : 24,3 g mol-1 ; O : 16 g mol-1 ; C : 12 g mol-1 ; H : 1 g mol-1

R: 5 comprimés.

Lyon, 1990; Reims, 1991

8 - Divers médicaments

1 - Les tranquillisants

1.1 - Les barbituriques

1.1.1 - Préparation

Ils sont préparés par une réaction de cyclisation de l'urée CO(NH₂)₂ sur un diester dérivé de l'acide malonique.

Écrire l'équation bilan de la synthèse d'un barbiturique sachant que le diester de départ a pour formule :

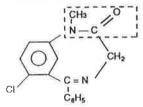
R:

1.1.2 – Le gardénal ou phénobarbital, le plus connu des barbituriques, a pour formule:

D'où vient le préfixe phéno?

R: De la présence du groupe phényle: C₆H₅

1.2 - Le Valium est un médicament tranquillisant bien connu. Sa formule développée est la suivante :



Quelle est la nature de la fonction encadrée ?

R: Fonction amide.

1.3 – Pour soigner «un petit anxieux », à la veille des Olympiades de chimie, un médecin a prescrit du méprobamate (nom commercial : Équanil), tranquillisant majeur. Sachant que ce composé contient 4 atomes d'oxygène par molécule et que sa composition centésimale est :

C: 49,54 %; H: 8,25 %; N: 12,84 %

Donner sa formule brute.

 $R: C_9H_{18}N_2O_4$

Lyon, Nancy, 1990; Bordeaux, 1991; Caen, 1990-1991

2 – Les béta-bloquants

La société Du Pont de Nemours vient de mettre au point un composé béta-bloquant, l'Esmolol dont la formule du principe actif est la suivante :

- 2.1.1 ~ Nommer les 3 fonctions repérées par les lettres a, b, c R : a : ester ; b : alcool ; c : amine.
- 2.1.2 Combien cette molécule présente-t-elle de stéréo-isomères, d'énantiomères ?
- R: 2 stéréo-isomères qui sont énantiomères.

2.1.3 - Que signifie béta-bloquant?

- R: Qui inhibe certains récepteurs du système nerveux sympathique provoque en particulier la diminution du rythme cardiaque, une dilatation des coronaires et une diminution du calibre des bronc les.
- 2.1.4 ~ En réalité, le produit commercial est un dérivé obtenu par a ction de l'acide chlorhydrique. Des 3 fonctions a, b, c quelle est celle qui est modifiée par action de l'acide chlorhydrique? Quel est l'intérêt de cette réaction?
- R: Il s'agit de la fonction c; le chlorure d'ammonium formé, ionique, est plus soluble dans l'eau.
- 2.2 Le propranolol est un médicament existant sous deux configurations dont les indications thérapeutiques sont très différentes:

A est un béta-bloquant et B est un contraceptif.

2.2.1 - Quelle relation structurale existe entre A et B?

R: A et B sont 2 énantiomères.

2.2.2 - Par quelle propriété physique peut-on les distinguer ?

R: Le urs pouvoirs rotatoires spécifiques sont opposés.

Versailles, Orléans-Tours, Concours national, 1991

3 - Médicaments traitant les affections cutanées

3.1 – Les antiseptiques ou désinfectants sont des substances susceptibles de détruire les microbes, souvent par oxydation.
3.1.1 ~ Compléter le tableau ci-dessous relatif à une liste d'antiseptiques usuels.

Substance	Formule chimique	Oxydant? Oui ou Non
Alcool absolu (éthanol)	CH ₃ —CH ₂ OH	Non
Eau ph@niquée (phénol)	⊚– ОН	Non
Eau oxy-génée (peroxyde d'hydrogène)	H_2O_2	Oui
Ozone	O ₃	Oui
Eau de Javel (hypochlorite de sodi um)	Na ⁺ ClO	Oui
Perman ganate de potassium	K ⁺ MnO ₄	Oui

3.1.2 \sim Le liquide de Dakin est un antiseptique d'usage courant qui renferme deux des produits de la liste ci-dessus ; lesquels ? R : Ea \P_1 de Javel et permanganate de potassium.

- 3.1.3 La solution de Lugol est une solution antiseptique. Elle contient pour 100 mL : 1 g de diiode I_2 et 2 g d'iodure de potassium KI. Seul le diiode a des propriétés antiseptiques. Quel est le rôle de l'iodure de potassium KI ?
- R : Augmenter la solubilité dans l'eau du diiode, par formation du complexe $I^{\text{-}}_{\text{-}3}.$
- 3.2 Une poudre, Nisapulvol, utilisée notamment pour traiter les boutons de varicelle, a la composition suivante :

1 - para-hydroxybenzoate de méthyle	2 g
2 - para-hydroxybenzoate d'éthyle	2,50 g
3 - para-hydroxybenzoate de propyle	2,50 g
4 - para-hydroxybenzoate de benzyle	2 g
5 - oxyde de zinc	15 g
6 - excipients gsp	100 a

3.2.1 - Écrire la formule chimique des 5 premiers composés.

R:

1:
$$HO - \bigcirc - COOCH_3$$
3: $HO - \bigcirc - COO - (CH_2)_2 - CH_3$
2: $HO - \bigcirc - COOC_2H_5$
4: $HO - \bigcirc - COO - CH_2 - \bigcirc -$
5: Z_{10}

3.2.2 - A quelles classes fonctionnelles appartiennent les 4 premiers ?

R : Phénol, ester de l'acide para-hydroxybenzoïque.

3.3 - La notice d'une poudre, utilisée en solution aqueuse contre des états inflammatoires de la peau indique qu'elle contient principalement:

carbonate monosodique : 7,560 g

carbonate disodique anhydre: 0,126 g

3.3.1 - Donner le nom chimique correct et la formule de ces composés.

R: NaHCO₃ hydrogénocarbonate de sodium

Na₂CO₃ carbonate de sodium

3.3.2 - Le premier composé cité comporte une espèce : acide ? basique ? amphotère ? réductrice ?

R: Acide, basique, amphotère.

3.3.3 - Le second composé cité comporte une espèce : acide ? basique ? amphotère ? réductrice ?

R: basique.

Nancy, Limoges, Nantes, 1990

4 - Antiacide

Le liquide stomacal est très acide, son pH est voisin de 1; cette acidité est due à la présence de l'acide chlorhydrique sécrété par l'organisme. En cas d'acidité excessive, il est conseillé de prendre des médicaments neutralisants tels que le Anti-H qui sont essentiellement constitués d'hydrogénocarbonate de sodium NaHCO₃ (Na+ + HCO₃).

4.1 - Écrire l'équation de la réaction qui se produit lors de l'absorption de ce médicament.

 $R: H^+ + HCO^-_3 \rightarrow CO_2 + H_2O$

4.2 - Sachant que pour CO_2 , H_2O/HCO_3 : $pK_1=6,38$ et HCO_3/CO^2 -3: $pK_2=10,32$, quel est le pH d'une solution 0,1 mol.L-1 de NaHCO₃?

R: pH = 8,35

Bordeaux, Nancy, Aix-Marseille, 1990

5 - Synthèse d'un antispasmodique

Pour réaliser la synthèse du benzoate de benzyle $C_6H_5COOCH_2C_6H_5$ un antispasmodique utilisé dans le traitement de l'asthme et de la coqueluche, on dispose uniquement de phénylmét hanol $C_6H_5CH_2OH$ et d'une solution de dichromate de potassium acidifiée.

5.1 - Écrire l'équation bilan de la réaction qui conduit à la préparation de l'acide benzoïque.

R: $3 C_6H_5CH_2OH + 2 Cr_2O^{2-7} + 16 H^+ \rightarrow 3 C_6H_5CO_2H + 4 Cr^{3+} + 11 H_2O$

5.2 - Par quelle réaction peut-on ensuite préparer ce médicament ? Écrire son équation bilan.

R: Par une réaction d'estérification

 $C_6H_5CO_2H + C_6H_5CH_2OH \leftrightarrow C_6H_5-CO-O-CH_2-C_6H_5 + H_2O$

5.3 - Quelle masse de benzoate de benzyle maximale peuton obtenirsi on dispose initialement de 540 g de phénylméthanol?

R:530 g

5.4 - Quelles conditions expérimentales faut-il prendre pour effectuer la deuxième réaction ?

R: Il faut éliminer l'eau, pour déplacer l'équilibre (aspect thermodynamique), ajouter un acide qui catalyse la réaction et chauffer à reflux (aspect cinétique).

Nice-Toulon, 1991

6 - Mode d'action du Questran

Les acides biliaires dont le motif de base est :

favorisent l'absorption des lipides dans l'intestin. Ils ont la propriété de maintenir en phase aqueuse des substances hydrophobes, cle stabiliser les émulsions lipidiques grâce à leur double polarité:

- hydroph obe par le squelette stéroïdique carboné,

- hydroph ile par les groupes OH, COOH.

Lorsque les acides biliaires sont rendus indisponibles pour cette absorption, il y a stimulation de la dégradation du cholestérol (molécule source d'accidents cardio-vasculaires) dans le sang.

6.1 - Proposer un mécanisme simple d'action du Questran qui est un polymère à fonction aminée et qui inactive partiellement l'action des acides biliaires.

R: La fonction amine basique du Questran réagit avec la fonction acide (-COOH) des acides biliaires.

6.2 - Pou rquoi administre-t-on du Questran à un patient souffrant d'un excès de cholestérol dans le sang ?

R: Les a cides biliaires étant partiellement indisponibles, le taux de cholest érol dans le sang s'abaisse.

Clermont-Ferrand, 1990

7 - Médicament du sida

Un dérive de la thymidine connu sous le sigle AZT a une action sur le virus HIV-1 associé au sida.

La thymicine est un β-D-2 désoxyribonucléoside constitué par une molècule de thymine (base pyrimidique) et une molécule de β-D-2 désoxyribofurannose. Sa formule développée est donnée ci-appès:

La molécule d'AZT (ou azidothymidine) est obtenue en remplaçant la fonction alcool secondaire de la thymidine par le groupement N3

7.1 - Donner les formules développées de la thymine et de l'AZT.

R :

AZT Thymine

7.2 - Donner la formule brute de l'AZT et déterminer sa composition centésimale.

 $R: C_{10}O_4N_5H_{13}$

C: 45 %; O: 24 %; N: 26 %; H: 5 %

Nice-Toulon, 1990

8 - Les substituts artificiels du sang à base de fluorocarbures

8.1 - Quelles propriétés des fluorocarbures les rendent particulièrement adaptés à la préparation de substituts temporaires du sang ?

R : Ils sont capables de dissoudre l'oxygène.

8.2 - Quels seraient les avantages résultant de l'utilisation d'un tel substitut par rapport au sang ?

R :

- Transfusion sanguine en état d'urgence : aucune analyse n'est nécessaire et on peut l'utiliser sur des patients de groupe sanguin

- Conservation d'organes destinés à la transplantation chirurgicale.

 Dans le traitement de certaines anémies par des médicaments qui autrement réagiraient avec le sang normal.

8.3 - Pourquoi doit-on les utiliser en émulsion ? Quel est le rôle joué par la phase aqueuse de l'émulsion ?

R : Parce qu'ils ne sont pas miscibles à l'eau. La phase aqueuse joue le rôle du plasma sanguin.

8.4 - Expliquer de quoi se compose une émulsion. Quel type de composés peut-on utiliser pour faciliter sa formation et augmenter sa stabilité ?

R: Une émulsion est une dispersion colloïdale composée de fines gouttelettes de liquide en suspension dans un autre liquide. On ajoute des agents tensioactifs (substances qui s'accumulent à l'interface entre deux liquides et modifient la tension interfaciale : ce sont des substances analogues aux savons et aux détergents) pour stabiliser l'émulsion.

8.5 - Ou'appelle-t-on hématocrite?

 \boldsymbol{R} : Pourcentage des volumes globulaires par rapport au volume sanguin total.

Nice-Toulon, 1991

DOCUMENTATION PÉDAGOGIQUE Nº 9

Chlorure de vinyle

$H_2C = CHCI$

Historique

Après la Seconde Guerre mondiale, les premiers procédés industriels de fabrication du chlorure de vinyle étaient fondés sur l'hydrochloration de l'acétylène :

 $C_2H_2 + HCl \rightarrow C_2H_3Cl$

Ces procédés à base d'acétylène, pourtant très simples, ont été peu à peu abondonnés au profit de ceux partant d'éthylène, matière première moins onéreuse.

L'ox ychloration de l'éthylène, mise au point dans les années soixante par Dow, Goodrich et Stauffer, a rapidement été utilisée par l'ensemble des producteurs de chlorure de vinyle.

S'est alors développée une famille de procédés relativement voisins, se différenciant plus particulièrement par :

- les c atalyseurs utilisés,
- la conception technologique du réacteur associé,
- les paramètres de fonctionnement (pression, température).

Le procédé décrit ci-après est le procédé Chloe II industrialisé en France en 1969, actuellement exploité par Elf Atochem dans son usine de Lavéra (Bouches-du-Rhône) et dont la capacité de production était de 440 kt/an en 1992.

Le c'hlorure de vinyle est obtenu à partir d'éthylène et de chlore par les deux étapes suivantes :

- synthèse du 1,2-dichloréthane par chloration de l'éthylène :

 $C_2H_4(g) + Cl_2(g) \rightarrow C_2H_4Cl_2(l)$

 $\Delta H_1 = -213 \text{ kJ/mol}$

- craquage du 1,2-dichloréthane:

 $C_2H_4C1,(g) \xrightarrow{\Delta} C_2H_3Cl(g) + HCl(g)$ $\Delta H_2 = +71 \text{ kJ/mol}$

• L'acide chlorhydrique formé est valorisé en dichloréthane par une réaction d'oxychloration de l'éthylène

 $C_2H_4 + 2 HCl + 1/2 O_2 \rightarrow C_2H_4Cl_2(g) + H_2O(g)$ avec $\Delta H_3 = -239 \text{ kJ/mol } C_2 H_4$

• Le bil an matière global de ce procédé est donc :

 $2 C_2H_4 + Cl_2 + 1/2 O_2 \rightarrow 2 C_2H_3Cl + H_2O$

Mise en œuvre industrielle

Chloration de l'éthylène

Les matières premières gazeuses :

- éthylène de pureté supérieure à 99,8 % en volume,
- chlore de pureté supérieure à 97 % en volume,

sont injectées dans le réacteur de chloration contenant du 1,2dichloréthane à 60 °C et sous la pression atmosphérique.

L'évacuation de l'importante enthalpie de réaction est assurée par la recirculation de la masse réactionnelle à travers des aéroréfrigérants. Une concentration en fer voisine de 50 ppm (partie par million en masse) assure une catalye ionique qui permet d'atteindre une sélectivité sur l'éthylène excellente (rapport molaire dichloréthane formé/éthylène tranformé supérieur à 99 %).

Craquage du dichloréthane

Le dichloréthane purifié est vaporisé et surchauffé puis admis dans un four multitubulaire maintenu à 1,2 MPa et aux environs de 500 °C par des brûleurs à gaz.

Le taux de conversion (rapport molaire dichloréthane craqué/dichloréthane introduit) est stabilisé autour de 55 % pour limiter la quantité de produits lourds.

Un système complexe de colonnes à distiller sépare :

- l'HCl qui est envoyé vers l'oxychloration,
- le chlorure de vinyle (CV), produit à la pureté élevée (> 99,98 % en masse) requise pour sa polymérisation ultérieure,
- le dichloréthane n'ayant pas réagi qui est recyclé vers la section de purification,
- les produits lourds qui sont dirigés vers le four d'incinération. Le dichloréthane brut est lavé à l'eau acidulée pour éliminer les sels de fer, puis séché azéotropiquement après décantation.

Un système de colonnes à distiller amène le dichloréthane à la grande pureté (>99,5 %) requise pour l'étape de craquage.

Les produits légers incondensables, essentiellement constitués par les impuretés contenues dans les matières premières et par le chlorure d'éthyle, sous-produit de la chloration, sont incinérés.

Les produits légers condensés, riches en composés insaturés formés au four de craquage, sont recyclés au réacteur de chloration afin d'être ultérieurement éliminés sous forme de produits lourds.

Cette fiche pédagogique a été rédigée par la rédaction de L'Actualité Chimique. Elle reprend de larges extraits de l'article de Clauge Demaizière et Jean-Jacques Masini (Elf Atochem), publié par Les T_{echniques} de l'Ingénieur (6-1993, J6250-1), 21, rue Cassette, 7500% Paris. Tél: (1) 53.35.20.20. Fax: (1) 53.35.20.10. L'Act_{ualité} Chimique remercie Les Techniques de l'Ingénieur pour leur dimable autorisation.

Oxychloration de l'éthylène

Cette opération est nécessaire pour valoriser l'acide chlorhydrique formé par la pyrolyse du dichloréthane. Elle s'effectue dans un réacteur à lit fluidisé maintenu à 240 °C sous une pression de 0,5 MPa.Le catalyseur est constitué par le couple CuCl/CuCl₂ déposé sur support d'alumine (diamètre moyen : 60 µm).

L'importante enthalpie de réaction est récupérée sous forme de vapeur utilisable sur l'unité.

Le mélange réactionnel est efficacement refroidi dans une colonne de trempe à l'eau. La phase organique recueillie après décantation, essentiellement composée de dichloréthane, est envoyé à la section de purification.

L'importante phase gazeuse contenant surtout de l'air appauvri en oxygène est débarrassée des composés organiques qu'elle contient dans un système absorption-désorption par un solvant lourd, ce qui permet de récupérer une dernière quantité de dichloréthane.

L'effluent gazeux résiduaire est incinéré pour détruire les traces de composés halogénés dans la chaudière qui produit de la vapeur haute pression.

Les gaz d'incinération sont rejetés à l'atmosphère après avoir été lavés à l'eau dans la colonne, ce qui met ainsi à la disposition de l'atelier une solution d'HCl dilué (pour le lavage du dichloréthane brut de la chloration).

La phase aqueuse issue de la colonne contient encore des hydrocarbures chlorés dissous et surtout du chloral, aldéhyde CCl₃-CHO soluble dans l'eau qui entraînerait une demande chimique en oxygène importante (DCO). Le chloral est éliminé sous forme de chloroforme par un traitement alcalin. Les hydrocarbures sont séparés de la phase aqueuse résultante dans la colonne de strippage et dirigés vers l'incinération ; l'effluent est dirigé vers une station d'épuration biologique après un traitement des tiné à éliminer les sels métalliques (Cu, Al).

Brûlage des résidus chlorés

Les rés idus organiques chlorés, constitués par les sousproduits formés aux différentes étapes du procédé, sont incinérés dans le four. Les gaz résultants sont absorbés dans un système complexe permettant de récupérer l'élément chlore sous forme d'acide chlorhydrique en solution à 33 % en masse, pouvant être commercialisé tel quel ou distillé pour produire de l'acide chlorhydrique gazeux recyclable à l'oxychloration.

L'évent gazeux qui ne contient plus que de l'air appauvri en O_2 et enric hi en O_2 est rejeté à l'atmosphère.

Aspects économiques

Consommation de matières premières et d'utilités

Pour une tonne de chlorure de vinyle produit sur une unité de 400 000 t/an :

•	éthylèn _{e.}	0,46 t
•	Cl ₂	0,58 t
•	eau de refroidissement	200 m ³
•	vapeur	0,6 t
•	gaz	$4060\mathrm{MJ} \approx 4\mathrm{GJ}$
•	énergie électrique	200 kWh

Évolution du procédé

Le procédé décrit ici a été amélioré en particulier au niveau des étapes de chloration et d'oxychloration.

Chloration

Les études ont montré qu'il était possible de récupérer l'enthalpie de chloration, à condition d'effectuer la réaction à température plus élevée (≥ 100 °C). Cette énergie peut être utilisée pour distiller le dichloréthane produit par la chloration directe et l'oxychloration, ou pour produire de la vapeur utilisable sur le site.

L'intérêt de cette récupération d'énergie dépend de la localisation du site industriel de production.

Oxychloration

On peut synthétiser le 1,2-dichloréthane brut en réalisant l'oxychloration de l'éthylène avec de l'air enrichi en oxygène ou, à la limite, avec de l'oxygène pur. Les problèmes d'incinération des évents sont, par la même occasion, fortement réduits par la quasi-suppression des gaz inertes émis.

La plupart des unités récemment construites utilisent cette variante du procédé. Pour les autres, son intérêt est fonction des conditions d'accès à l'oxygène.

• Réduction de la consommation énergétique

On peut noter, en particulier, la généralisation de la récupération de l'énergie des gaz chauds issus de la pyrolyse en intercalant entre four et trempe un (ou plusieurs) échangeur(s) de chaleur.

Fiche produit

Propriétés physico-chimiques

Sous les conditions normales de température et de pression, le chlorure de vinyle est un gaz incolore à odeur douce.

Masse moléculaire: 62,5.

Température de fusion : - 153,7 °C.

Température normale d'ébullition : - 13,9 °C.

Masse volumique à $-14 \,^{\circ}\text{C}$: $0.975 \, \text{kg/m}^3$ (liq.), $+20 \,^{\circ}\text{C}$: $0.915 \, \text{kg/m}^3$ (liq.).

Pression de vapeur: 0,077 MPa à -20 °C,

0,175 MPa à 0 °C, 0,33 MPa à 20 °C,

1,00 MPa à 60 °C.

Température critique : 158,4 °C, Pression critique : 5,34 MPa.

Stockage

Le chlorure de vinyle est généralement stocké à l'état liquide dans des récipients en acier sous pression ou en stockage cryogénique.

On peut lui ajouter une faible quantité d'inhibiteur de polymérisation, pour le stabiliser.

Risques d'incendie et d'explosion

Le chlorure de vinyle vaporisé est très inflammable et forme

des mélanges explosibles avec l'air dans les limites de 4 à 22 % en volurne.

Température d'auto-inflammation : 472 °C.

Points d'éclair:

- 108 ° C en coupelle ouverte,
- 78 °C en coupelle fermée.

En cas d'incendie, les agents d'extinction préconisés sont le dioxyde de carbone (neige carbonique) et les poudres. L'eau pulvéris ée en grandes quantités peut également être utilisée.

Toxicité

D'après des expérimentations sur rats, souris et hamsters, le chlorure de vinyle doit être considéré comme un produit cancérogène et mutagène.

VLE:1 ppm

Utilisation

La seule utilisation de chlorure de vinyle monomère est la production de résines (matières plastiques) par polymérisation ou copolymérisation avec des monomères comme l'acétate de vinyle ou le chlorure de vinylidène.

Prix de vente

Il est actuellement de 3 200 à 3 500 F/t en France.

Production

La production mondiale était estimée à 21,4 Mt en 1993 (environ 8 Mt pour l'Europe et 6 Mt pour les États-Unis), et varie très peu.

Parmi les principaux producteurs européens en 1993, citons, par ordre d'importance : EVC (European Vinyls Corp.), Solvay, Elf Atochem, LVM (groupe Tessenderlo Chemie-EMC), Hoechst-Wacker.

ENFIN EN FRANÇAIS: NOMENCLATURE ET TERMINOLOGIE EN CHIMIE ORGANIQUE



- Toutes les données techniques dont vous avez besoin enfin en français!
- 100 pages comprenant de nombreux exemples et tableaux.
- à partir de 76 F TTC l'exemplaire (69 F TTC pour les membres de la SFC).

Enfin dans un même ouvrage, découvrez l'adaptation française de 3 documents de base préparée par la Commission de Nomenclature en Chimie Organique de l'IUPAC. Cette brochure exceptionnelle présente :

- les principes essentiels de la nomenclature d'après les dernières recommandations de la Commission (1993).
- un glossaire des noms de classes fonctionnelles des composés organiques et intermédiaires réactionnels (1994).
- la terminologie de base de la stéréochimie (1994).



Techniques de l'Ingénieur 249, rue de crimée 75019 Paris Tél: 01.53.35.20.20

Tél.: 01 53 35 20 20 Fax: 01 53 35 20 10 Cette brochure est extraite du Traité des Techniques de l'Ingénieur "Constantes Physico-Chimiques".

BON DE COMMANDE

à retourner ou à faxer aux : Techniques de l'Ingénieur, département commercial, 249, rue de crimée - 75019 Paris Tél. : 01 53 35 20 20 - Fax : 01 53 35 20 10 OFFRE SPECIALE POUR LES ADHERENTS DE LA SFC

Oui, envoyez moi	exemplaires de "Nomenclature en
terminologie en Chim	nie Organique" (réf. KB) : au prix de 95 F TTC
l'unité pour toute com	mande inférieure à 5 exemplaires (86 F TTC
pour les membres de la	SFC). Remise de 20 % à partir de 5 exemplai-
res par commande so	oit 76 F TTC à l'unité (69 F TTC pour les
membres de la SFC). (Frais de port inclus).
Offre valable jusqu'au 31	/12/1996 dans la limite des stocks disponibles.

Je joins mon chèque de	francs à l'ordre de:
Techniques de l'Ingénieur.	

Date:	Nom :	Prénom :
	Fonction:	
Signature	Sté/Organisme:	
et cachet:	Nº: Rue:	
	-	
	0-1	Villa -

Code postal:	Ville :
Nº sociétaire SFC	.
Nº Tél:	Fax:
Effectifs:	Code NAF :

NOM 4

HISTOIRE DE LA CHIMIE

Chimie-Paris a cent ans

Bernard Trémillon* administrateur provisoire de l'ENSCP

Chimie-Paris is hundred years old

The paper gives in the first part an historical account of the development of the École Nationale Supérieure de Chimie de Paris (ENSCP), starting from its founding by Charles Friedel in 1896 as a Laboratory of practical and industrial chemistry of the Faculty of Sciences of Paris and passing, from 1901 to 1930, through the period of the Institute of Applied Chemistry, organized and developed by Henri Moissan (Nobel Prize in chemistry in 1906), changed into the Paris Institute of Chemistry by Georges Urbain and become at last ENSCP in 1948. The contributions of the successive directors to the development of the institution, on the ground of the engineers formation as well as the research one, are shortly shown.

The second part is a succinct description of the activities of the École at the present time, stating successively the general school structure, the pedagogic finalities and the cursus which leads to the engineer diploma, then evoking research and doctoral formation given in the school laboratories, as also, at last, the crucial problem which is set by the state of the school building. With regard to the engineers formation means, one insists in particular on the attainment of a concrete knowledge of chemical industry and on the usefulness and efficiency of formation by research.

At last, the different events intended for celebrating the centenary of the École are evoked.

Enseignement universitaire, grandes écoles, formation d'ingénieurs chimistes, histoire de la chimie universitaire à Paris.

University teaching, graduate school, chemistry engineer education, history of chemistry university in Paris.

'École Nationale Supérieure de Chimie de Paris (ENSCP, alias « Chimie-Paris »), est dans sa centième année d'existence : c'est en effet le 2 novembre 1 896 que s'est effectuée la première rentrée universitaire du Laboratoire de chimie pratique et industrielle de la faculté des sciences de Paris, dont un arrêté, en date du 29 avril 1896, du ministre de l'Instruction publique Émile Combes avait officialisé la création et qui devait devenir, à la suite de plusieurs changements de nom, l'actuelle ENSCP.

De l'origine au centenaire

Le fondateur du nouvel établissement, le grand chimiste Charles Friedel (1832-1899)¹, avait mis en jeu, pour obtenir cette création, toute son autorité scientifique. Sa motivation était sa conviction profonde que « l'industrie chimique n'aurait tout son éclat que lorsque les méthodes de recherche scientifique les plus rigoureuses seraient pratiquées dans nos usines » et que, par conséquent, « c'était dans les milieux universitaires que devaient se former les futurs chefs de nos manufactures ». Il pensait aussi que « la science pure trouverait des sujets intéressants à étudier parmi les questions que les industries posent à chaque moment à ceux qui les pratiquent ».

Pour abriter le laboratoire, dont la direction était naturellement confiée à Charles Friedel, celui-ci obtint que l'Université de Paris laissât à sa disposition les baraquements provisoires sis au n° 3 de la rue Michelet (*figure 1*), près de l'avenue de l'Observatoire - à cet emplacement se trouve aujourd'hui le Centre d'art et d'archéologie de l'Université Paris I -, qui avaient été édifiés en 1883 pour loger transitoirement les services pratiques de chimie durant la reconstruction de la Sorbonne.

Pour le démarrage de la première année, un crédit de 46 000 F fut accordé, puis furent ensuite alloués 36 800 F pour la mise en place de la deuxième année et 33 600 F pour celle de la troisième année. Les élèves, au nombre de 50 en première année, réduit à 40 en deuxième année et à 30 en troisième année, étaient recrutés sur examen de leur dossier d'inscription. Ils avaient à acquitter des droits universitaires de 500 F par an (10 % des élèves en étaient dispensés). Les filles n'étaient pas admises. Sur le plan pédagogique, la première année était consacrée à l'analyse minérale et à la préparation de miné-

ENSCP, 1₁, rue Pierre et Marie Curie,
 75231 Pa_{ris} Cedex 05.
 Tél.: 01.44.27.66.91. Fax: 01.43.29.20.59.

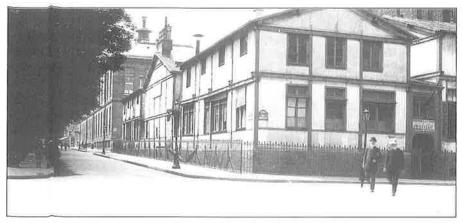


Figure 1 - Vue du premier bâtiment de l'école, sis 3 rue Michelet.

raux, la deuxième année à la chimie organique et la troisième année aux applications in dustrielles. Selon les directives pédagogiques de Charles Friedel, les élèves devaient apprendre à effectuer une analyse exacte et à préparer un produit pur avec un bon rendement, acquérir une certaine habileté manuelle et une bonne culture chimique, ainsi que l'érudition indispensable à la carrière d'ingénieur chimiste. A la fin des trois années d'étude. les élèves ayant obtenu une note moyenne suffisante recevaient le titre de chimiste diplômé de la faculté des sciences de Paris. Une association des anciens élèves fut fondée dès 1897.

1901 : le Laboratoire de chimie pratique et industrielle de la faculté des sciences de Paris devient l'Institu€ de Chimie Appliquée

Après le décès de Charles Friedel le 20 avril 1899, la direction du laboratoire fut confiée, en octobre 1899, à Henri Moissan (1852-1907)².

Estimant qu'il fallait accroître les connaissances théoriques des élèves du laboratoire, Moissan décida de leur faire suivre des cours à la faculté des sciences. En 1901, il changea le nom de l'établissement qui devint l'Institut de Chimie Appliquée. Il y créa un laboratoire d'électrochimie, puis des enseignements de mécanique et d'électricité industrielle. Il institua un concours d'entrée (au niveau du baccelauréat de mathématiques), en limitant le nombre des élèves de première année à 35. Il obtint finalement, par décret en date du 29 décembre 1906, que l'institut délivre le diplôme d'ingénieur chimiste diplômé de la faculté des sciences de l'université de Paris.

L'état des locaux de son institut était

pour Moissan la cause d'un très grand souci. Pour attirer son attention sur le problème, il adressa un nombre considérable de rapports au vice-recteur de l'université³, auquel il écrivit, par exemple le 26 juin 1900 : « J'ai l'honneur d'attirer votre attention sur l'état actuel de l'immeuble de la rue Michelet où sont installés nos laboratoires de chimie appliquée. Il présente des défectuosités générales affectant l'établissement tout entier et des défectuosités particulières à chaque laboratoire... L'état de délabrement de notre immeuble est tel que je n'ai pas osé amener un seul chimiste étranger rue Michelet; et au moment où il serait bon de faire voir nos efforts, je suis contraint de les cacher ».

Il finit tout de même par convaincre les autorités de la nécessité de construire un nouvel immeuble pour accueillir l'Institut. Un projet de loi fut adopté le 17 mars 1906 portant approbation d'une convention entre l'État, l'université de Paris et la ville de Paris pour la construction d'un « institut chimique », et attri-

bution d'une subvention à l'université pour la réalisation de l'opération. La convention stipulait que l'université et la ville de Paris apportaient chacune 1,5 million de francs (or) pour l'acquisition des terrains nécessaires et la construction de l'immeuble, à charge pour la ville de Paris de réaliser l'opération. Le terrain avait été trouvé, suite à la mise en vente d'une propriété appartenant à la congrégation des Dames de Saint-Michel, située entre la rue Saint-Jacques et la rue d'Ulm4 (figure 2). Une superficie de 9 000 m² sur cette propriété de 27 000 m² fut affectée à l'Institut de chimie appliquée. Au début de 1909, fut ouvert entre la rue Saint-Jacques et la rue d'Ulm un passage auquel fut attribué en 1910 le nom de Pierre Curie (rebaptisé en 1967 rue Pierre et Marie Curie). La construction du nouveau bâtiment de l'Institut de chimie appliquée commença réellement en 1910 (figure 3).

Après avoir reçu, pour ses deux inventions majeures, le Prix Nobel de chimie en 1906 - le premier savant français à recevoir ce prix -, Henri Moissan devait décéder le 20 février 1907, à l'âge de 55 ans. La faculté des sciences décida alors d'instaurer une direction collégiale constituée de Henry Le Chatelier, successeur de Moissan dans la chaire de chimie générale de la Sorbonne, de Albin Haller et de Camille Chabrié qui avait été jusque-là le sous-directeur de l'Institut. Mais cette direction collégiale ne fonctionna pas bien et ne dura que deux ans. C'est Camille Chabrié qui fut finalement choisi comme directeur unique de l'Institut en 19095.

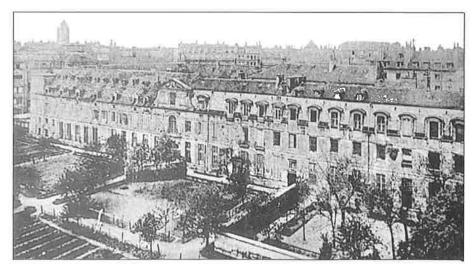


Figure 2 - Vue de l'ancienne Visitation de la rue saint-Jacques (n° 193), puis couvent des Dames de Saint-Michel, démoli en 1908.

Connais sant très bien le monde industriel, Camille Chabrié entreprit le rapprochement entre celui-ci et l'Institut. Il réussit à mener à bien la construction du nouveau bâtiment de la rue Pierre Curie, qui, ayant débuté en 1910, fut interrompue en 1914 alors que seul le gros œuvre était achevé. La construction reprit après la fin de la guerre, grâce surtout à des subventions reçues de l'industrie et à des donations (entre 1912 et 1920, l'Institut reçut de la sorte 871 500 F). L'achèvement complet du bâtiment n'eut lieu qu'en 1923-24 (l'actuelle bibliothèque, à l'origine salle des fêtes, fut quant à elle inaugurée en 1936 seulement, après l'achèvement de la décoration par des fresques dues à Leroux).

Fermé en 1914, l'Institut rouvrit ses portes en novembre 1916, en y admettant, malgré de virulentes oppositions, des jeunes filles pour la première fois (et première de toutes les écoles d'ingénieurs, semble-t-il). L'emménagement dans les nouveaux locaux commença en février 1920, pour les 80 élèves de première armée dans un premier temps.

Les enseignements portaient alors sur les matières suivantes: chimie générale et mathématiques générales en première année, chimie organique et mécanique appliquée en deuxième année, chimie analytique et électricité industrielle en troisième année, chimie appliquée durant les trois années.

1930 : l'Ins titut de Chimie de Paris (ICP)

A la mort de Camille Chabrié en 1928, son successeur désigné comme directeur de l'Institut fut Georges Urbain (1872-1938)⁶.

En 1930, la dénomination de l'Institut de chimie appliquée fut changée et devint Institut de Chimie de Paris (ICP), dénomination qui ne fut cependant rendue of ficielle par le ministère de l'Éducation nationale qu'en 1945.

Sous la direction de Georges Urbain, le fonction nement de l'Institut fut considérablement amélioré. La recherche commença à se développer grâce à la création d'une année de perfectionnement destinée à permettre aux meilleurs élèves diplômés de s'initier à la recherche scientifique ou industrielle, éventuellement de préparer une thèse de doctorat. Trois laboratoires eurent vocation

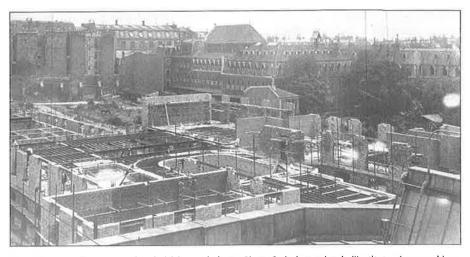


Figure 3 - Pendant la construction du bâtiment de la rue Pierre Curie (vue prise de l'Institut océanographique, qui existait déjà).

de recherche : le laboratoire d'électrochimie, le laboratoire de chimie physique appliquée et le laboratoire de chimie industrielle.

Le nombre des élèves admis au concours fut fixé à 50, dont 35 à 40 seulement obtenaient leur passage en deuxième année; la moyenne exigée était de 14 sur 20. Les élèves devaient suivre une partie des enseignements théoriques à la faculté des sciences et une autre partie à l'Institut, des enseignements pratiques et des exercices ayant en outre lieu à l'Institut. En 1934, les matières enseignées étaient les suivantes:

- en 1re année : enseignements théoriques de chimie générale et de mathématiques générales (à la faculté), de mathématiques, de physique et de méthodes d'analyse (à l'Institut) ; enseignements pratiques de chimie minérale, de physique, de travail du verre et de dessin industriel.

- en 2e année : enseignements théoriques de chimie minérale, chimie organique, chimie analytique et chimie appliquée (à la faculté), de chimie organique, électrochimie et mécanique appliquée (à l'Institut) ; enseignements pratiques de chimie organique, d'analyse et synthèse, d'électrochimie et de physique.

- en 3e année: enseignements théoriques de chimie minérale, chimie organique et chimie appliquée (à la faculté), d'électrochimie, de sidérurgie, d'électricité industrielle (à l'Institut); enseignements pratiques de chimie organique, d'analyse et synthèse, d'électrochimie.

Un enseignement d'anglais et d'allemand fut donné à partir de 1930.

Georges Urbain étant décédé le 5 novembre 1938, Louis Hackspill (1880-1963) fut appelé à lui succéder⁷. A l'ICP, Louis Hackspill créa de nouveaux enseignements en métallurgie, en minéralogie, en chimie biologique. Il intensifia les relations avec l'industrie, donnant de l'importance aux stages industriels et aux voyages d'étude. Les études furent organisées de telle façon que les élèves puissent acquérir le grade de la licence ès sciences en même temps que le diplôme d'ingénieur.

En 1946, le cinquantenaire de l'établissement fut marqué par diverses cérémonies coorganisées par l'Institut et par l'association des anciens élèves.

1948 : l'École Nationale Supérieure de Chimie de Paris.

A la suite de la création des ENSI (écoles nationales supérieures d'ingénieurs) par un décret du 16 janvier 1947, l'ICP fut transformé, par décret en date du 27 mars 1948, en École Nationale Supérieure de Chimie de Paris. Le régime des études, l'admission des élèves, le personnel de l'école furent alors régis par le décret de 1947. Le diplôme d'ingénieur fut désormais enregistré et visé par le ministère de l'Éducation nationale.

Les élèves furent admis par un concours particulier à l'école, dont la préparation, d'une durée d'un an (après le baccalauréat), s'effectuait soit en faculté des sciences, en suivant les enseignements de la première année MPC, soit dans quelques établissements parisiens d'enseignement secondaire possédant, à

côté des autres classes préparatoires aux concours d'entrée dans les grandes écoles, une classe préparatoire à l'ENSCP et à l'ESPCI (le collège Chaptal et le collège Lavoisier étaient les deux principaux). Le nombre de places mises au concours fut fixé cha que année par arrêté du ministre de l'Édu cation nationale.

Louis Hackspill ayant pris sa retraite et quitté ses fonctions de directeur en 1950, son successeur à la direction de l'école fut Georges Chaudron (1891-1976)8. La conviction de Georges Chaudron était qu'une activité de recherche soutenue était nécessaire pour développer un enseignement supérieur de qualité et que la formation des ingénieurs devait ainsi pouvoir être effectuée par la recherche. Il s'employa donc à développer les activités de recherche à l'ENSCP, faisant récupérer et aménager des locaux dans le bâtiment pour y installer de nouveaux laboratoires. Le nombre de ceux-ci passa de trois en 1950 à six en 1954 : laboratoires de recherche de chimie appliquée, de chimie minérale, de chimie physique, de chimie minérale appliquée, de chimie organique, de chimie des substances naturelles organiques.

Tenant compte de l'immense progrès des sciences et des techniques depuis la seconde guerre mondiale, Georges Chaudron introduisit également un certain nombre de nouveaux enseignements, notamment de chimie macromoléculaire, de chimie analytique moderne, d'applications de la radioactivité et, particulièrement, de génie chimique. Le diplôme fut accordé aux élèves ayant obtenu à la faculté des sciences les trois certificats de licence de chimie générale (préparé en première année), de minéralogie (préparé en deuxième année) et de chimie appliquée (préparé en troisième année), et dont la moyenne des notes de deuxième et de troisième année à l'école était égale à au moins 12 sur 20. Un conseil d'administration fut institué en 1950, mais avec des pouvoirs très restreints et qui fut peu souvent réuni.

En 1962, Jacques Bénard (1912-1987), directeur adjoint de l'école depuis 1952 et professeur à la faculté des sciences, succèda à son maître comme directeur de l'école. Jacques Bénard poursuivit et amplifia l'œuvre de développement de l'école commencée par Georges Chaudron, notamment en ce qui concerne la recherche et la formation par la recherche.

Concernant l'enseignement, sa décision essentielle fut la séparation des enseignements de l'école de ceux de la faculté des sciences. A partir de 1966, tous les enseignements de l'école furent donnés dans les locaux de celle-ci, avec un programme propre à l'ENSCP (l'attribution du diplôme ne nécessita plus l'obtention de la licence ès sciences mais seulement l'obtention d'une movenne générale minimale de 12 sur 20 aux contrôles de connaissances de l'école). Ce changement permit à Jacques Bénard d'appliquer ses propres conceptions quant au contenu, à la forme et à l'organisation de l'enseignement pour former les ingénieurs ENSCP. Il les définit en 1965 de la façon suivante : « Au cours de la première année, l'enseignement magistral porte sur un certain nombre de disciplines fondamentales: mathématiques, électricité, optique, thermodynamique, chimie organique, chimie analytique... Pendant toute cette période, l'enseignement (doit) s'exercer dans un cadre assez strict de manière à éviter une rupture trop brutale avec les méthodes de travail auxquelles les étudiants ont été habitués avant leur entrée à l'école. C'est surtout au laboratoire que s'opère cette adaptation, avec la réalisation raisonnée et critique des mesures fondamentales de la physicochimie et des principales opérations de base de la chimie organique. Dès le début de la deuxième année, une évolution s'amorce dans l'enseignement, tendant à laisser une plus grande liberté d'action aux élèves en vue de favoriser leur esprit d'initiative... Au terme de ce nouveau cycle, l'étudiant doit savoir lui-même mettre en œuvre les principales méthodes qui constituent les moyens de travail journalier des équipes qu'il aura plus tard à diriger, ou dont il aura à utiliser les résultats... L'enseignement magistral se poursuit parallèlement en chimie physique, chimie organique, cristallographie. Des cours d'électronique et de mathématiques appliquées, avec introduction des méthodes modernes de calcul automatique, leur sont en outre donnés sous une forme adaptée à leurs besoins ». La troisième année d'études « est conçue comme un entraînement à l'emploi convergent des connaissances et des techniques précédemment acquises, en vue de la réalisation d'un objectif déterminé. Ce doit être du même coup pour chacun

l'occasion d'une prise de conscience objective de sa personnalité et de ses goûts qui détermineront l'orientation future: recherche pure, recherche appliquée, exploitation, etc. Au laboratoire, une large initiative est laissée aux étudiants qui disposent de plusieurs mois pour réaliser un travail présentant un caractère original, véritable introduction à la recherche... L'enseignement magistral, essentiellement consacré aux sciences appliquées, comporte une très grande diversité... L'étude des sciences appliquées faite au niveau le plus élevé et dépouillée de tous les détails technologiques, ne doit pas différer notablement, sur le plan pédagogique, de celui des sciences fondamentales dont il constitue le couronnement pour un ingénieur. Elle ne peut toutefois être véritablement profitable à l'élève que si celuici a été préparé de bonne heure à prendre en considération un certain nombre de notions qui sont vitales dans le contexte industriel. Ce sont entre autres le sens des responsabilités, les nécessités et les servitudes du travail en équipe, le prix des délais d'exécution, sur lesquels l'attention des élèves est sans cesse attirée ».

En 1970, l'école comprend 8 départements d'enseignement : mathématiques et physique, chimie physique, chimie minérale, chimie organique, matériaux, méthodes et techniques de l'ingénieur, sciences économiques, langues vivantes. La recherche, qui s'est considérablement développée depuis 10 ans, s'effectue dans 10 laboratoires dans lesquels travaillent 150 chercheurs permanents ou en formation.

A la suite des événements de 1968, la loi d'orientation du 12 novembre 1968 et un décret du 14 octobre 1969 redéfinirent la forme juridique des ENSI. L'ENSCP fut érigée en établissement public à caractère scientifique et culturel et devint une unité d'enseignement et de recherche à statut dérogatoire de l'université Paris VI (UER n° 132). La loi lui accordait l'autonomie pédagogique et financière et créait un conseil d'administration et un conseil scientifique aux fonctions bien définies dans des statuts qui furent approuvés par une décision ministérielle du 9 mars 1973. Par ailleurs, un règlement intérieur adopté par le conseil d'administration, en juin 1972, prévoyait l'existence d'un comité paritaire d'enseignement (CPE) et d'un comité d'élablissement, dont la mise en place datailen fait de mai 1968.

Le con cours d'entrée fut changé en 1974. Regroupé avec celui de l'ESPCI de Paris et ce lui de l'ENSIC de Nancy, il fut aligné sur les autres concours d'entrée dans les grandes écoles, préparés en deux années dans les classes de mathématiques supérieures et spéciales. Ainsi naquit le concours appelé « chimiecentre » (puis plus tard chimie-P'), ouvert aux élèves des classes de mathématiques s péciales option P'.

Jacques Bénard quitta les fonctions de directeur en 1976 et fut remplacé par Fernand Coussemant (1924-1985), qui était professeur à l'école où il enseignait la cinétique chimique et la grande industrie chimique. Les conceptions de celuici l'amenè rent à rechercher une ouverture plus marquée de l'enseignement sur les réalités industrielles. Mais il conserva la notion de formation indispensable par la recherche. Il remplaça les deux options de troisième année, chimie minérale et chimie organique, par trois « secteurs » op tionnels appelés : synthèse et réactivité moléculaires, élaboration et propriétés des matériaux, méthodes et techniques de l'ingénieur, conduisant à un certain rééquilibrage de l'enseignement entre celui sur les matériaux, déjà bien développé, et celui de génie chimique, au contraire encore mal développé. Pour Fernand Coussemant, « l'école donne une formation de caractère généraliste orientée vers les transformations de la matière et les méthodes de l'ingénieur. Elle développe cette formation par la recherche».

Fernand Coussemant fut le promoteur, vers 1980, d'un projet d'association de cinq écoles formant des ingénieurs chimistes, 1'ENSCP, 1'ESPCI, 1'ENSIC de Nancy, l'Institut de Génie Chimique (IGC) de Toulouse et l'École Supérieure de Chimie Industrielle de Lyon (ESCIL), dans le but de « créer un ensemble cohérent, disposant de moyens importants aussi bien pour la formation que pour la recherche, afin de le placer au plus haut niveau national et international ». Ce projet avait l'appui de la grande industrie chimique, mais il n'aboutit pas en raison de l'accueil peu favorable qu'il reçut du ministère des universités et de l'hostilité des directe urs des écoles de chimie qui n'y étaient pas associées.

Pensant à l'augmentation des effectifs des élèves, Fernand Coussemant était préoccupé par la vétusté et l'exiguïté des locaux de l'école, tout comme son prédécesseur. Pendant une quinzaine d'années (à partir de 1959), Jacques Bénard avait déployé des efforts considérables pour obtenir la construction, dans la banlieue sud de Paris, de nouveaux bâtiments plus vastes que celui de la rue Pierre et Marie Curie; mais en vain. Fernand Coussemant, constatant cet échec, tenta alors d'obtenir la réhabilitation des locaux parisiens. Malgré des prémices favorables, ce projet n'aboutit pas plus que le précédent.

Atteint par une très grave maladie, Fernand Coussemant fut obligé de renoncer à exercer ses fonctions de directeur au début de 1985. Un professeur de l'école, Jean Talbot (1920-1996), fut nommé administrateur provisoire, chargé des fonctions de directeur qu'il assuma, après le décès de Fernand Coussemant le 8 mars 1985, jusqu'à la nomination d'un nouveau directeur. Claude Quivoron, professeur à l'université Paris VI, fut nommé à compter du 1er décembre 1986 et prit ses fonctions en mars 1987. Son mandat prit fin le 30 novembre 1991, mais il resta administrateur provisoire jusqu'au 28 avril 1992, date à laquelle Bernard Trémillon, professeur à l'école, reçut sa nomination pour un mandat de cinq ans également à compter du 1er décembre 1991.

En conséquence de la loi sur l'enseignement supérieur du 26 janvier 1984, le statut de l'école avait encore été modifié par un décret du 14 mars 1986 qui rangeait l'ENSCP, par application de l'article 43 de la loi Savary, parmi les établissements publics à caractère administratif (EPA), rattachés à un établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel (EPSCP), en l'occurrence l'université Pierre et Marie Curie - Paris VI.

Ainsi, durant tout un siècle, par une continuelle évolution sous l'impulsion de ses directeurs successifs, l'établissement est progressivement passé de l'état d'un modeste laboratoire créé pour concrétiser les idées novatrices de son fondateur à celui d'une « Grande École » parmi les plus réputées de notre pays.

L'ENSCP aujourd'hui

A la suite d'un certain nombre de réformes entreprises au cours des dernières années, l'École se trouve actuellement dotée d'une organisation moderne et démocratique la rendant capable de remplir efficacement l'ensemble de ses missions de formation et de recherche dans le domaine des sciences de la matière et de ses transformations :

- formation initiale d'ingénieurs chimistes, celle de docteurs en chimie, et formation continue dans le même domaine et au même niveau;
- recherche fondamentale et « finalisée », c'est-à-dire apportant au progrès technique une contribution par l'acquisition de connaissances nouvelles et le développement de moyens originaux.

La formation par la recherche, par laquelle est naturellement réalisée la formation des docteurs, constitue également un moyen pédagogique de la formation des ingénieurs, tout particulièrement préparés ainsi à jouer le rôle d'innovateurs dans leurs activités professionnelles.

Structure générale de l'école

Les activités essentielles de l'ENSCP se développent au sein de deux départements qui fonctionnent en large symbiose :

- le département des enseignements (DE), qui dispense la formation initiale des ingénieurs, est conduit par la direction des études et subdivisé en unités d'enseignement (UE);
- le département de la recherche et de la formation doctorale (DRFD), coordonné par la direction scientifique de l'école, comprend des unités de recherche (UR) regroupant les différents laboratoires, et des services communs.

Par ailleurs, la direction des relations industrielles (DRI) est chargée des relations générales avec les industriels et des actions de formation continue.

Les relations internationales à caractère universitaire sont organisées dans le cadre de la direction des études.

Outre le conseil d'administration et le conseil scientifique, organes statutaires dont la composition, les missions et le fonctionnement sont fixés par les statuts, plusieurs organes consultatifs ont été

institués à l'ENSCP:

- le conseil des enseignements (qui a remplacé le CPE de 1968), présidé par le directeur des études et au sein duquel est organisée la concertation entre enseignants etélèves;
- le cornité d'établissement, présidé par le directeur, au sein duquel se développe une concertation entre l'administration de l'école et les personnels;
- le comité d'hygiène et de sécurité, présidé par le directeur ou son représentant et chargé de faire toutes propositions en vue d'améliorer les conditions de travail et la sécurité dans l'école.

Sur le plan des relations inter-établissements nationales et internationales, l'ENSCP est membre de la Fédération Gay-Lussac, qui regroupe les écoles et formations d'ingénieurs en chimie et en génie chimique, ainsi que du Groupement des grandes écoles d'ingénieurs de Paris (GEIP)9, celui-ci faisant lui-même partie d'un réseau européen de grandes universités techniques, le Leuven Network 10. L'ENSCP a conclu des conventions de collaboration bilatérale avec diverses institutions étrangères (Institut royal de technologie de Stockholm, université de Lausanne, université de Valladolid...) et elle fait partie du consortium d'établissements universitaires de l'AUPELF-UREF pour le développement de filières francophones de formationen chimie industrielle (notamment au Vietnam).

Les études conduisant au diplôme d'ingénieur ENSCP

Les Elèves-ingénieurs de l'ENSCP sont recrutés par voie de concours, soit sur épreuves de classement, pour l'entrée en première année [concours ouvert aux élèves des classes préparatoires aux grandes écoles (CPGE) : concours commun polytechnique option chimie-PC* des classes de spéciale PC* et PC, concours spécial TSI, concours PCT, concours des classes de spéciale biologique option PC-bio], soit sur titres et entretier, pour l'entrée en première année [c oncours ouvert aux titulaires de Deug A, pUT ou BTS, ou diplôme équivalent] 🔾 pour une entrée en deuxième année [Soncours ouvert aux titulaires d'une maîtrise de chimie ou chimie physique ou d'un diplôme équivalent, ou du diplôme d'une école scientifique, notamment l'École polytechnique qui reconnaît l'ENSCP comme école d'application]. Des admissions sur titres en première année sont possibles dans le cadre de la formation supérieure du travail pour des techniciens supérieurs ayant accompli trois années au moins d'activité professionnelle dans une industrie (l'admission est préparée, avec l'agrément de la société qui emploie le candidat, par une année de mise à niveau scientifique sans quitter le travail dans la société). Des élèves étrangers sont admis dans les mêmes conditions que les élèves de nationalité française, soit dans le cadre des concours des CPGE, soit dans celui du concours sur titres et entretiens. Dans ce second cas, les étudiants étrangers admis sont élèves stagiaires durant leur première année à l'école et deviennent élèves normaux à partir de l'année suivante s'ils obtiennent des résultats satisfaisants à l'issue de leur première année d'étude. Des auditeurs libres peuvent être admis en surnombre, notamment en troisième année (une seule année d'étude, donc sans délivrance du diplôme d'ingénieur ENSCP). L'effectif d'élèves admis chaque année en première année est globalement de 64 à 66, dont 90 % environ proviennent des CPGE. Les entrées sur titres en deuxième année complètent l'effectif des promotions à 72. L'effectif total d'élèves-ingénieurs présents à l'ENSCP est ainsi d'environ 210, dont 30 à 40 % de filles.

La formation d'ingénieur ENSCP se définit comme une formation polyvalente, préparant à toutes les fonctions d'ingénieur dans l'industrie (recherche et développement, production, management) comme à une carrière universitaire et de recherche scientifique. La primauté dans cette formation est donnée à la préparation des élèves à savoir s'adapter à l'évolution scientifique, technique, socio-économique et à la diversité des compétences qui sont attendues d'un ingénieur de haut niveau, ainsi qu'à acquérir le sens des réalités, l'aptitude à prendre des responsabilités et des décisions, une originalité d'attaque des problèmes techniques, une aptitude à la communication.

Cet objectif est atteint par la combinaison de quatre composantes :

 une connaissance fondamentale approfondie des propriétés, tant physiques que chimiques, de la matière et de ses transformations;

- un apprentissage de l'interaction entre science fondamentale et science de l'ingénieur, qui permet à ce dernier de définir ses moyens d'action pour résoudre les problèmes qui lui sont dévolus;
- une acquisition de moyens complémentaires de la science de l'ingénieur :
 d'une part, des méthodes mathématiques et informatiques ; d'autre part, les moyens du management d'entreprise et les moyens de la communication (notamment, la connaissance indispensable de la langue anglaise et d'une seconde langue étrangère);
- enfin, un contact intensif, au cours des études, avec les milieux industriels, sous forme de stages dans les entreprises, de visites d'étude sur site industriel, d'ateliers réunissant élèves et ingénieurs d'entreprises sur des thèmes correspondant aux problèmes industriels (extra-scientifiques), ou encore par la réalisation, à l'école, de travaux d'études en rapport avec des problèmes industriels.

L'autonomie pédagogique de l'école lui confère la latitude de procéder, pratiquement autant qu'elle le désire, à la réadaptation périodique de son programme et de ses méthodes pédagogiques. L'intervalle de temps des remises en cause quasi complètes de ceux-ci n'excède généralement pas dix ans. La plus récente réforme pédagogique à l'ENSCP a été réalisée durant l'année 1988-89. Cette réforme a conservé le schéma antérieur du cursus consistant à consacrer les deux premières années à la formation scientifique de base des élèves et la troisième année, à la suite d'un stage industriel long (3 à 4 mois) qu'une partie des élèves effectuent à l'étranger, d'une part à la connaissance plus approfondie de la problématique industrielle et d'autre part à la formation par la recherche.

Pour la formation de base des deux premières années, une nouvelle structure a été mise en place suivant une subdivision par unités d'enseignement (UE) dont la thématique est destinée à sortir les élèves du découpage traditionnel et académique des sciences (la physique, la chimie physique, la chimie minérale, la chimie organique...), pour les placer, dès leur entrée à l'école, dans un contexte d'objectif d'exploitation des connaissances fondamentales : la structure de la matière et la relation structure-propriétés, conduisant à la conception de maté-

riaux à propriétés remarquables (UE « structure et propriétés de la matière », SPM); la science des transformations de la matière, tournée vers la conception des procédés qui permettent de réaliser ces transformations à l'échelle productive (UE « énergétique, transformations de la matière et procédés », ETP) ; la science de la synthèse moléculaire et macromoléculaire (UE « chimie moléculaire et macromoléculaire organique et bioorganique », COB); et par ailleurs, l'ensemble des « outils » et des méthodes non chimiques de l'ingénieur (UE « méthodes mathématiques et informatiques », MMI, et UE « management, langues et communication », MLC). La place de ces dernières matières extra-scientifiques (MLC: 20 % du temps consacré aux enseignements théoriques et activités dirigées), ainsi que l'importance que revêtent les enseignements expérimentaux (plus de 40 % du temps total), constituent deux caractéristiques majeures de la formation, une autre étant l'étendue de la culture scientifique qui dépasse largement le domaine de la seule chimie (en mathématique, informatique, physique, biochimie).

Tout en veillant à maintenir le haut niveau scientifique des études, un développement de la connaissance concrète du monde industriel par les futurs ingénieurs fait l'objet d'une attention particulière. En dehors des traditionnels stages en entreprise - un stage ouvrier ou technicien de 5-6 semaines entre la première et la deuxième année et un stage ingénieur de 3-4 mois entre la deuxième et la troisième année -, stages dont la durée totale de quatre à cinq mois est considérée comme suffisante pour atteindre son objectif pédagogique, et des conférences spécialisées faites par des cadres industriels, deux actions efficaces de mise en contact des élèves avec Jes problèmes de l'industrie ont été récerment introduites :

– des visites d'étude sur site industriel, en illustration de certains cours (étude sur place d'un procédé industriel sous la conduite des ingénieurs qui ont la charge de ce procédé dans l'entreprise visitée); – des « ateliers » d'information et de discussion entre des cadres de l'industrie et les élèves sur différents thèmes d'intérêt industrie] (les métiers de l'ingénieur, les carrières internationales, les carrières dans les PME-PMI, l'embauche des

ingénieurs débutants, la place des femmes dans l'industrie, etc.).

Ces actions visent à sensibiliser les élèves à des problèmes qu'ils ne peuvent percevoir facilement à l'école et auxquels pourtant ils doivent se préparer à être confrontés.

Sur le plan de la formation scientifique, un domaine important a subi récemment une transformation pédagogique afin d'en renforcer notablement le poids dans l'enseignement et ainsi d'améliorer la formation des ingénieurs en la rendant plus complète : il s'agit du génie des procédés. Sans en faire une spécialité pour l'école, dont la vocation reste la formation d'ingénieurs « généralistes » en chimie, il convient en effet de donner aux procédés la place dans l'enseignement que requiert leur importance dans l'industrie (grandissante avec la multiplicité des technologies modernes). L'ambition de donner aux élèves de l'ENSCP la possibilité d'accéder aux sommets de la hiérarchie industrielle exige de leur fournir, non seulement une expérience de la recherche, tant pour la formation d'esprit qu'elle apporte que pour les rendre aptes à apprécier les potentialités d'innovation industrielle qui peuvent en découler, mais aussi une bonne connaissance de la science des procédés grâce auxquels l'industrie sait atteindre ses objectifs de production. L'enseignement théorique du génie chimique a ainsi fait l'objet d'une réorganisation complète, introduit maintenant dès la première année et progressant en concordance avec les enseignements des autres disciplines.

Après la formation générale des deux premières années, les études de troisième année ont pour objectif de compléter la préparation des futurs ingénieurs à leur profession par un apprentissage de l'interaction entre la science fondamentale et l'application. Cet apprentissage est réalisé par l'acquisition de connaissances sur les technologies et les stratégies typiques de grandes branches de l'industrie chimique, les enseignements correspondants formant un tronc commun avec la continuation des enseignements de MLC. Concernant ceux-ci, un stage de communication dans l'entreprise (avec la participation de spécialistes de formation à la communication), pour lequel tous les élèves de troisième année sont réunis en séminaire dans un lieu d'hébergement hors de

l'école, se situe au début de la troisième année (première semaine).

Par ailleurs, une expérience des méthodes de la recherche est destinée à familiariser les élèves-ingénieurs avec l'approche de problèmes nouveaux et à développer leurs capacités d'initiative. Tirant profit de son développement comme centre de recherche, l'ENSCP a adopté depuis longtemps une politique de formation par la recherche qui renforce de manière significative le potentiel des ingénieurs qu'elle forme. Tout ingénieur doit en effet être capable d'initiatives efficaces devant des situations nouvelles. Il doit donc savoir trouver par lui-même l'information qui lui manque et appliquer les modes de pensée adaptés. Comment mieux entraîner le futur ingénieur à cet objectif qu'en le confrontant à des problèmes dont les voies de résolution, voire les énoncés, ne sont pas toujours clairement définis, et les solutions multiformes, comme c'est le cas en recherche? A l'ENSCP, les élèves sont ainsi progressivement mis au contact des réalités de la recherche, d'abord indirectement en côtoyant quotidiennement les nombreux enseignants chercheurs et chercheurs de l'école, dont ils peuvent acquérir les modes de pensée et d'action, et par des visites dans les laboratoires où ils peuvent saisir les aspects tangibles de la recherche. Mais, plus directement, c'est au cours de la troisième année que ce contact est pleinement obtenu par la réalisation d'un travail personnalisé important effectué en laboratoire de recherche. Ce travail d'initiation aux méthodes de la recherche se traduit par la réalisation d'une « microthèse », donnant lieu à la rédaction d'un mémoire et à une soutenance orale devant un jury. Sa préparation, effectuée dans un laboratoire, soit de l'école, soit hors de l'école (dans un laboratoire d'un autre établissement, en particulier à l'étranger), s'étend sur tout le second semestre de la troisième année, à temps complet. Les sujets de microthèse présentent une large diversité permettant de satisfaire toutes les aspirations des élèves, en allant de sujets de recherche de connaissance fondamentale à des sujets correspondant à des problèmes d'application industrielle, traités en relation avec une entreprise.

La formation par la recherche est, à la manière d'un DEA, sous-tendue par une formation théorique approfondie permettant à chaque élève de consacrer une partie de sa dernière année d'études à un domaine de la chimie de son goût, sans pour autant se spécialiser. Les élèves ont ainsi le choix entre trois modules sectoriels constitués par un ensemble de cours correspondant aux trois grands domaines des débouchés de la formation de l'école (comme de la recherche qui y est effectuée): la synthèse moléculaire et les bioprocédés, la science et le génie des matériaux, la science et le génie des procédés de l'industrie chimique.

L'initiation à la recherche à l'ENSCP peut donner lieu à l'obtention, à la fin de la troisième année, d'un « diplôme d'études approfondies » (DEA), permettant d'acquérir ensuite une expérience plus longue de la recherche par la préparation d'un doctorat. Cette possibilité, actuellement choisie par environ 40 % de la promotion, s'intégre ainsi très naturellement dans le schéma de la dernière année : la formation théorique sectorielle est alors celle du DEA choisi (parmi les 7 ou 8 dont l'accès est autorisé aux élèves) à la place des formations sectorielles propres à l'école (qui sont ainsi offertes seulement aux élèves qui ne préparent pas de DEA, donc qui se destinent a priori à une entrée immédiate dans la carrière industrielle).

Les ingénieurs sortant de l'école disposent de nombreuses possibilités pour étendre encore leur formation initiale, développer une spécialisation ou acquérir une expérience nouvelle. La première est la préparation d'un doctorat. Très appréciés, en raison de leur formation, par les laboratoires de recherche et par les industriels désireux de faire réaliser des études doctorales, les élèves sortant de l'ENSCP sont l'objet d'une forte sollicitation pour effectuer des études conduisant à des thèses de doctorat, et des bourses d'un montan teonfortable leur sont offertes en grand n_Ombre pour cela. En dehors de la prépara tion du doctorat, les jeunes ingénieurs ont encore le choix entre le passage par une école d'application scientifique (ENSPM, INSTN...) ou de gestion, ou la réalisat ion d'un stage complémentaire à l'étrang er, soit dans une université réputée internationalement pour y préparer un diplôme complémentaire (master of science, MBA, Ph D, par exemple, aux États-Unis), soit dans une entreprise pour s'y initier à des modes de pensée et de fonction mement souvent très différents de ceux comus en France.

La recherche à l'ENSCP

La principale raison d'être de la recherche dans un établissement de formation supérieure comme l'ENSCP, outre de faire progresser la connaissance scientifique, est d'alimenter l'enseignement par le savoir le plus actuel, en prenant en compte les derniers acquis de la science, de permettre ainsi l'adaptation permanente de l'enseignement à ce savoir actualisé et de faire par conséquent que la formation rende ceux qui la reçoivent aptes à tirer parti de ces derniers acquis. Par ailleurs et tout aussi essentiel, l'existence d'une forte activité de recherche au sein de l'école rend possible la formation des élèves-ingénieurs par les méthodes de la recherche, formation dont l'objectif n'est pas d'une manière générale de fabriquer de futurs chercheurs mais des ingénieurs aptes à saisir les aspects tangibles de la science en cours d'élaboration et de son exploitation à des fins pratiques pour le progrès des techniques, notamment industrielles, et ayant acquis des modes de pensée et d'action appropriés à l'approche et à la résolution de toutes sortes de problèmes rencontrés dans les activités industrielles.

Avec un effectif total d'environ 260 à 280 personnes, dont 140 « permanents » (90 enseignants chercheurs et chercheurs et 50 ingénieurs, techniciens et administratifs de recherche, dont la moitié environ appartient au CNRS) et entre 75 et 100 doctorants, l'ensemble des laboratoires, érigé en 1992 en « département de recherche et de formation doctorale » (DRFD), donne à la recherche à l'ENSCP un poids considérable eu égard au faible effectif d'étudiants en formation d'ingénieur.

Le DRFD est subdivisé en 9 unités de recherche :

- UR Bioorganique et biotechnologies (EP-CNRS n° 105).
- UR Chimie appliquée de l'état solide (partie de l'URA-CNRS n° 1466).
- UR Chimie organométallique (URA-CNRS n° 403).
- UR Électrochimie et chimie analytique (URA-CNRS n° 216).
- UR Génie des procédés plasmas et traitements de surface (EA-MST).
- UR Métallurgie structurale (équipe du CECM, UPR-CNRS n° 2801).
- UR Modélisation appliquée à la chimie et aux procédés.
- UR Physicochimie des surfaces des

métaux (URA-CNRS nº 425).

UR Synthèse organique, bioconversions et produits naturels (URA-CNRS n° 1381).

Le niveau fondamental élevé des travaux des laboratoires, qu'attestent notamment les associations avec le CNRS, n'exclut pas des relations intenses tant avec l'industrie qu'avec les organismes publics de soutien à des recherches appliquées (ceux de l'Union Européenne notamment), relations qui se manifestent par un nombre important de conventions de recherche et par les ressources contractuelles qui les accompagnent.

Un certain nombre d'équipements milourds (spectrométries IRFT, RMN, RPE, spectrométrie de masse, microscopies électroniques en transmission et à balayage avec analyse X, spectroscopie XPS/Auger, microscopies à champ de force, analyse thermique) ont été érigés en services communs et mis à la disposition des chercheurs de l'ENSCP (ainsi qu'à ceux des établissements voisins), certains servant aussi aux élèves dans le cadre de leurs travaux pratiques.

La formation doctorale.

La formation doctorale est considérée comme l'une des missions essentielles que doit remplir le département de recherche, dont la dénomination de « département de recherche et de formation doctorale » est d'ailleurs destinée à marquer cette finalité. Avec environ un doctorant par chercheur permanent, cette mission peut être considérée comme convenablement assurée, la production annuelle de thèses soutenues, donc le flux annuel de docteurs formés dans les murs de l'école, étant d'environ 25 à 30 (à comparer avec le flux annuel de 72 ingénieurs).

A part pendant quelques années durant lesquelles elles furent habilitées à délivrer le doctorat d'ingénieur (vers la fin des années 70), les écoles du type EPA rattaché à une université, comme l'ENSCP, ne sont habilitées à délivrer ni le DEA - elles sont en revanche cohabilitées à participer à l'organisation de DEA - ni surtout le doctorat. Aussi les thésards de l'ENSCP sont-ils inscrits en doctorat pour la plupart à l'université Pierre et Marie Curie (Paris-VI), université de rattachement de l'ENSCP, et deviennent-ils docteurs de cette université. Par souci de renforcer l'image de l'école en tant qu'établissement

scientifique de haut niveau conduisant, non seulement à la formation d'ingénieurs, maisaussi à celle de docteurs pour la recherche aussi bien fondamentale qu'industrielle, le projet a été conçu tout récemment de créer une unité de formation doctorale propre à l'ENSCP, regroupant l'ensemble des thésards en préparation de thèse à l'école, nonobstant les différences de spécialité de leur formation doctorale d'inscription à l'université. Plus que sur la simple affirmation d'un lieu géographique de préparation de la thèse, cette « école doctorale » interne spécifique (atypique des écoles doctorales universitaires réglementées par le ministère chargé de l'enseignement supérieur et de la recherche) est basée sur l'existence d'un acquis supplémentaire dans la formation reçue par les thésards, acquis supplémentaire s'inscrivant dans la vocation de l'école à former des cadres de haut niveau scientifique pour l'industrie.

Au cours de la préparation de sa thèse, le thésard perd souvent le contact, sur le plan scientifique, avec l'extérieur de son domaine propre de recherche. Il convient donc, pour améliorer sa formation et sa maturité d'esprit, de lui faciliter l'ouverture aussi bien sur d'autres domaines scientifiques que celui dans lequel il travaille, que sur le monde professionnel, économique et social. L'action qui a été entreprise à l'ENSCP pour concrétiser cette idée, en collaboration avec les thésards de l'école eux-mêmes qui ont commencé par constituer une « association des thésards de l'ENSCP », comporte plusieurs volets. En premier lieu, cette association organise des contacts et des rencontres entre ses membres, de formations doctorales et de laboratoires différents, grâce à l'édition d'une petite revue de liaison (fournissant des informations à leur usage), à l'établissement d'un fichier des matériels existant dans les divers laboratoires afin de savoir en cas de besoin où s'adresser pour y avoir accès, à l'organisation d'un colloque interne annuel (« Journée doctorale de l'ENSCP ») pour donner à chaque thés ard l'occasion de présenter ses propres travaux à ses homologues et de susciter les questions et les commentaires de ces derniers. Par ailleurs, l'école offre aux thésards le moyen d'accroître leurs connaissances et leur culture dans des domaines autres que celui dans lequel se situe leur recherche, voire des domaines

extra-scientifiques, en assistant à certains des enseignements qui sont donnés aux élèves-ingénieurs de l'école (cas des thésards en 1re et en 2e année de thèse, les thésards en 3e année de thèse devant se réserver pour la rédaction de leur mémoire). Le but visé est ici de faciliter l'insertion professionnelle dans le secteur industriel, principalement de ceux qui n'ont pas reçu une formation d'ingénieur, grâce à ces enseignements complémentaires pouvant conduire soit à un perfectionnement dans l'utilisation de langues étrangères, soit à une initiation aux questions économiques et au management des entreprises, ou encore à une connaissance des problèmes de l'entreprise industrielle en matière de développement de procédés, de risques technologiques et de protection de l'environnement, de gestion de la qualité, etc. Pour suivre les cours correspondants faisant partie du cursus des élèves-ingénieurs, les thésards peuvent aisément s'adjoindre à ces derniers (ce qui ne met en œuvre aucun moyen matériel supplémentaire).

Dernière pièce de ce dispositif pédagogique nouveau, les « Conférences Moissan », dont le lancement a été effectué au début de l'année 1996 dans le cadre de la célébration du centenaire de l'ENSCP, sont elles aussi destinées à provoquer une ouverture d'esprit des thésards de l'école, à leur faire prendre de la hauteur de vue en profitant de celle des

conférenciers éminents qui sont invités à venir présenter un exposé d'intérêt général. Les premiers conférenciers à avoir accepté l'invitation à participer à ces conférences ont été le professeur Jean-Marie Lehn, qui a inauguré le cycle le 11 janvier, le professeur Claude Hélène et le professeur Peter Vollhardt; le professeur Derek Barton a accepté l'invitation pour la rentrée de 1996.

Un problème de locaux

Au fil des ans, le bâtiment de l'ENSCP (figure 4) dont la conception date du début du siècle est devenu inadapté aux besoins actuels de l'école. Soumis depuis plus de 70 ans à des conditions extrêmement éprouvantes pour les infrastructures, sans avoir subi de réfection d'ampleur depuis son origine, ce bâtiment est à bout d'utilisation dans sa destination actuelle. La survie même de l'école est menacée à court terme si aucun changement sur ce plan n'intervient rapidement.

La non-conformité du bâtiment aux normes de sécurité à l'égard des risques d'incendie a fait l'objet d'un constat accablant (en date du 19 mai 1993) de la commission départementale de sécurité de la Préfecture de police qui a exigé, pour autoriser la poursuite du fonctionnement de l'école, la réalisation d'un ensemble de travaux de mise en sécurité. Pris en charge conjointement par le

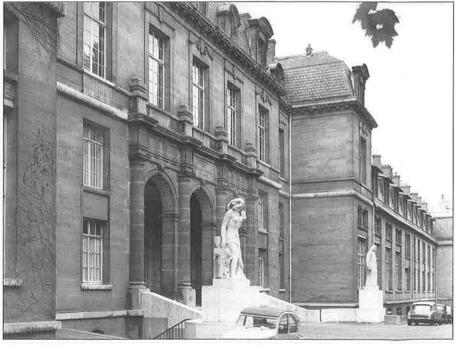


Figure 4 - Le fronton de l'école actuelle.

ministère de l'Enseignement et de la Reche che et par la ville de Paris, un programme de travaux répondant à cette exigen e, étalé sur 5 années, a été établi (pour un montant total d'environ 11 MF). Une partie de ce programme (4 MF) a déjà étéréalisée en 1994 et en 1995.

Si ces travaux ont commencé d'apporter au fonctionnement de l'école une sérieuse amélio ration sur le plan de la sécurité - il faut souligner que l'école y a elle-même fortement contribué par ses propres efforts, humains et financiers, en vue d'assurer le maximum de sécurité à ses étudiants et à son personnel -, ils sont loin de résoudre de façon satisfaisante ce problème capital. D'une part, la commission de sécurité a tenu à souligner que c'est la structure même du bâtiment qui est non sécuritaire, en raison de son armature de poutres métalliques non protégées contre l'incendie. D'autre part, de nombreuses autres causes d'insécurité ont été omises, sans doute en raison de leur caractère spécifique des activités de l'école. Par ailleurs, celles-ci font encourir un danger non seulement à l'intérieur du bâtiment mais également dans son environnement (quartier à forte densité de population et localisation très rapprochée d'un établissement hospitalier).

Au-delà de cet impératif majeur qu'est la sécurité, l'école souffre encore dans ses locaux actuels de l'exiguïté due à un développement de la recherche imprévu au moment de la construction. Entraînant une densité d'occupation des locaux hors norme, cette exiguïté est un facteur d'amplification du danger des activités.

Ces aspects ont été fortement soulignés dans le récent (juillet 1995) rapport du comité national d'évaluation établi sur l'ENSCP.

Une modernisation de l'ENSCP est donc nécessaire pour lui permettre d'atteindre ses objectifs de développement :

– une modernisation des équipements de fornoation de l'École et un accroissement deson potentiel de recherche, dans le but à e mieux adapter encore la formation d'i ngénieurs aux besoins de l'industrie de mute technologie du futur;

- le Géveloppement de partenariats pédago giques et scientifiques permettant de réal ser des synergies;
- l'accession ainsi à une dimension de centre ₀₀ssédant une « visibilité » internationa_{, le}.

Ce sont les raisons qui avaient déjà conduit il y a de nombreuses années (plus de 35 ans!) la direction de l'école à demander la construction de nouveaux locaux, qui devaient être implantés dans la banlieue sud de Paris. Le projet, qui avait été programmé mais qui avait échoué au moment de démarrer la phase de construction, fut réactivé récemment (1991) par une proposition du Conseil général du département de l'Essonne d'installer l'ENSCP sur le plateau de Saclay. L'intérêt de ce projet s'accrut en 1993 à la suite d'un accord de coopération signé avec l'École polytechnique en vue de développer, grâce au rapprochement des deux écoles, des actions de formation et de recherche en chimie jusqu'à l'échelle internationale. Mais, malgré les accueils très favorables recueillis par ce projet tant auprès du ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche que du Conseil régional d'Ile-de-France, malgré le soutien de l'Union des Industries Chimiques et de dirigeants de grands groupes industriels de la chimie, le financement nécessaire à sa réalisation n'a pas pu être réuni.

Tout dernièrement, un nouveau projet de relocalisation de l'école dans un bâtiment à la mesure de ses besoins a été conçu. Si ce projet se réalisait, il aurait l'avantage de maintenir l'ENSCP sur le territoire parisien, en la situant sur la bordure du campus de Jussieu, ce qui permettrait de resserrer les liens avec l'université de rattachement, l'Université Pierre et Marie Curie - Paris VI (UPMC).

Bien que totalement autonome pédagogiquement depuis 1966 et financièrement depuis 1969, dotée de moyens ministériels directement attribués et de son propre corps enseignant depuis 1986, l'ENSCP entretient toujours avec l'UPMC une forte collaboration qui se traduit par des échanges de services d'enseignants, des accueils d'étudiants, des personnels techniques et administratifs mis à disposition, divers services techniques rendus... Une convention de rattachement (de l'ENSCP à l'UPMC), récemment réactualisée, prévoit les termes de cette collaboration permanente. Néanmoins, bien que faible, la distance géographique entre le campus de Jussieu et le campus de la rue Pierre et Marie Curie empêche de mettre en œuvre les synergies et les complémentarités importantes que les deux établissements pourraient développer tant sur le plan de la formation initiale et continue que sur celui de la recherche dans le domaine commun de la chimie.

Sur le plan de la formation d'étudiants, la présence de l'école à proximité de l'UFR de chimie de l'université permettrait un renforcement très important des échanges au niveau des enseignements (mise à profit des enseignements à vocation professionnalisée de l'école d'ingénieurs pour compléter la formation des étudiants en chimie de l'université dans le sens favorable à leur insertion professionnelle; inversement, enseignements de base pouvant être fournis à l'École par l'université ou mis en commun). Tout particulièrement, l'ENSCP et l'UPMC envisagent de se doter ensemble, par mise en commun de moyens, de la halle technologique qui fait actuellement défaut à l'ENSCP pour sa formation au génie des procédés, mais aussi à l'UFR de chimie de l'université, si celle-ci désire donner à ses étudiants en chimie une formation leur offrant des débouchés professionnels dans l'industrie.

Sur le plan de la recherche également, le rapprochement conduirait à la constitution d'un pôle de recherche dans le domaine de la chimie de tout premier plan international, qualitativement comme quantitativement - l'un des plus gros centres européens de recherche en chimie, avec environ 900 personnes dont plus de 350 enseignants chercheurs et chercheurs et 300 thésards -, particulièrement attracteur pour les chercheurs et les industriels de la chimie à l'échelle internationale, contribuant ainsi fortement au prestige de la capitale dans le domaine scientifique.

La célébration du centenaire

Quelles que soient la déception éprouvée du fait de l'indécision prolongée sur son devenir en ce qui concerne ses locaux et l'inquiétude causée par la pérennité de la situation actuelle - il aurait été stimulant d'aborder le deuxième siècle d'existence dans un cadre nouveau, ouvrant des perspectives d'avenir autrement plus exaltantes ! -, l'école a commencé de célébrer comme il convient son centenaire. Mais l'apogée de cette célébration sera atteint en novembre prochain avec la tenue (les 25 et 26, à la Maison de la Chimie) du Colloque inter-

national du centenaire de Chimie Paris, sur le thème : « La chimie au service des hommes et de la planète : quelles ambitions pour la science et pour l'industrie chimiques européennes ? » (colloque organisé en partenariat avec la Fondation de la Maison de la chimie). De hauts responsables de l'industrie et des scientifiques éminents (internationaux) y seront invités à analyser les apports et les perspectives d'apport de la chimie à diverses activités et divers secteurs techniques clés : santé, bien-être, agro-alimentaire, environnement, conservation du patrimoine, technologies de l'information, matériaux du futur (pour les transports, l'énergie, Tespace, le bâtiment et les travaux publics)... L'objectif de ce colloque est de mettre en évidence, particulièrement aux yeux des décideurs publics et privés et aussi de l'ensemble de l'opinion publique, l'importance de la chimie en tant que science et en tant qu'industrie dans l'évolution de la société humaine. Cette approche doit contribuer à valoriser l'apport de la chimie et des chimistes aux évolutions essentielles de nombreux domaines techniques et humains, à faire mieux comprendre et prendre en compte le rôle clé de la chimie dans les progrès que l'on observe dans la vie courante comme dans la vie professionnelle, à tracer les enjeux et les objectifs, à affirmer les ambitions scientifiques, économiques et sociales des chimistes européens pour le début du nouveau millénaire. Il ne s'agit donc pas d'un colloque à la gloire de l'ENSCP mais proposé par l'ENSCP à la communauté des chimistes, industriels, enseignants et chercheurs, étudiants, pour défense et illustration de leur discipline.

C'est au cours de ce colloque qu'auront lieu les cérémonies officielles qu'implique une te]]e célébration. Par ailleurs, diverses au₁res manifestations ont été envisagées pour jalonner « l'année du centenaire »:

- une exp₀sition, qui se tiendra dans l'école en tre octobre et décembre, portant cette fois sur l'histoire de l'école et des grands chimistes qui y ont travaillé, sun son présent et les activités de pointe de ses laboratoires, sur les projets d'avenir auxquels elle participe;
- les conférences Moissan, qui ont été évoquées précédemment et dont le démarrage a déjà eu lieu (le 11 janvier, avec une conférence de J.M. Lehn), ainsi

dénommées en souvenir du premier prix Nobel de chimie français, deuxième directeur de l'école, et qui se déroulent, à intervalles plus ou moins réguliers (en fonction des emplois du temps des conférenciers invités), dans l'amphithéâtre Charles Friedel de l'école;

- d'autres opérations « associées », comme la cérémonie de remise des prix des Olympiades de la chimie Ile-de-France qui a eu lieu le 11 avril dans l'amphithéâtre Charles Friedel de l'école, comme aussi l'opération « Graine de chimiste »¹¹, à laquelle s'associe cette année l' « Association pour le centenaire de Chimie-Paris » pour une opération dans les classes de 15 écoles primaires des 5e et 6e arrondissements de Paris ;
- enfin, naturellement, une fête (fête et gala du centenaire), et d'autres opérations destinées à conserver le souvenir de la célébration (médaille commémorative, flamme annonce de la Poste, etc.).

Remerciements

Pour la partie historique, l'auteur s'est notablement inspiré d'un document non publié du professeur Jean Talbot que celui-ci a mis à la disposition de la direction de l'École. L'auteur lui exprime sa gratitude, au nom de l'École que Jean Talbot a servie avec dévouement pendant toute sa carrière et encore après.

Notes

- 1 Charles Friedel s'est rendu célèbre pour avoir exploré, en relation avec l'américain Crafts, l'action catalytique du chlorure d'aluminium (et d'autres halogénures métalliques) en synthèse organique, ainsi que pour ses travaux de cristallographie. Titulaire de la chaire de chimie organique de la Sorbonne depuis 1884, il y avait succédé à son maître Charles-Adolphe Würtz.
- 2 Celui-ci jouissait également d'une très grande notoriété internationale, notamment pour la préparation (par électrolyse) et l'isolement du fluor pur (en 1886) et pour la construction (en 1892) du four électrique qui porte son nom et qui ouvrait le domaine de la chimie à haute température. Henri Moissan était alors professeur de chimie minérale à l'École supérieure de pharmacie.
- 3 A l'époque, le recteur était le ministre de l'Instruction publique.
- 4 Cette propriété comportait un bâtiment, dû à Mansart, abritant un couvent où Madame de Sévigné était venue souvent se retirer et y avait écrit certaines de ses lettres. Une maison de correction pour femmes détenues par mesure de police y avait été par la suite installée.

- 5 Camille Chabrié fut le premier à enseigner la chimie appliquée à la Sorbonne, premier titulaire d'une chaire créée dans cette discipline en 1909 grâce à une subvention de Solvay.
- 6 Georges Urbain fut le premier directeur à avoir reçu une formation d'ingénieur (il était ancien élève de l'EPCI). Elève de Friedel, il était professeur de chimie générale à la faculté des sciences de Paris. Sa très grande notoriété scientifique était due à ses travaux sur les terres rares (notamment, il réussit la séparation des terres yttriques et découvrit le lutétium, puis le celtium appelé ensuite hafnium), Mais il fut aussi le premier en France à enseigner la chimie analytique avec les notations ioniques il fut chargé de cours d'analyse chimique à la faculté des sciences en 1906 et à promouvoir la théorie des complexes de Werner.
- 7 Ancien élève de l'Institut (promotion 1902), celui-ci était alors professeur de chimie minérale à la faculté des sciences de Paris. Ayant préparé sa thèse de doctorat dans le laboratoire de Moissan, il avait consacré ses travaux de recherche aux métaux alcalins et alcalino-terreux et à leurs composés.
- 8 Alors titulaire de la chaire de chimie appliquée de la faculté des sciences de Paris et précédemment directeur de l'École de chimie de Lille de 1930 à 1938.
- 9 Avec l'École nationale supérieure des mines de Paris (ENSMP), l'École nationale des ponts et chaussées (ENPC), l'École nationale supérieure des télécommunications (ENST), l'École nationale supérieure des techniques avancées (ENSTA), l'École nationale supérieure des arts et métiers (ENSAM), l'Institut national agronomique de Paris-Grignon (INAPG), l'École nationale du génie rural et des eaux et forêts (ENGREF), l'École supérieure de physique et de chimie industrielles de la ville de Paris (ESPCI).
- 10 Comprenant en outre l'Imperial College de Londres, les universités de Delft, de Leuven, de Louvain, d'Aix-la-Chapelle et de Trondheim.
- 11 Opération créée en 1990 à l'initiative d'un groupe de chercheurs de l'université Pierre et Marie Curie, avec l'objectif d'initier et de sensibiliser les enfants, dès l'école primaire, aux sciences expérimentales à travers la chimie, en permettant à chacun de manipuler, par l'installation d'ateliers où l'élève dispose de son matériel et de ses produits, sous la responsabilité d'un animateur scientifique.

Léon Hulin (1861-1939) un pionnier de l'industrie électrolytique française

Gilbert Delaunay*

Léon Hulin (1861-1939), a pioneer of the french electrolytical industry

This paper is a short biography of the french inventor P. L. Hulin (1861-1939) who participated in the first developments of the french electrolytical industry and contributed, through many patents, in the emergence and in the development of several electrolytical process to which his name remains attached, mainly in the field of fused media (aluminium, sodium, other light metals, etc.). This biography recalls the main steps of the career of the inventor, indicates who were his close collaborators and outlines the conditions, the diversity and the scope of the industrial subjects which were treated by him.

Histoire de l'électrolyse industrielle, préparation électrolytique de l'aluminium, préparation électrolytique de la soude caustique.

History of the industrial electrolysis, electrolytical preparation of aluminium, electrolytical preparation of caustic soda.

éon Hulin (Paul-Léon Hulin pour l'état civil) est né le 1er juin 1861 à Ézy-sur-Eure ■(Eure). Après de bonnes études secondaires au Collège des Frères, à Dreux, son père estime que son bagage est suffisant pour qu'il puisse lui succéder ultérieurement dans son petit atelier de micro-mécanique, à Ezy. On peut supposer que c'est là qu'il acquiert, à la seule lecture des public ations spécialisées de l'époque, les connaissances scientifiques qui vont lui permettre ensuit e de se hisser au niveau des ingénieurs ayant fréquenté les grand es écoles. Toujours est-il qu'il s 'y trouve rapidement à l'étroi t ll répond donc à une offre g'emploi de la Maison Carré,

La naissance de l'industrie électrochimique française allait alors déterminer sa carrière, pour finalement le faire apparaître comme l'un des inventeurs pionniers de l'industrie électrochimique et électrométallurgique, et inscrire son nom parmi les précurseurs français de cette industrie

C'est alors qu'il est employé dans l'entreprise Carré, qu'il fait la connaissance de Paul Héroult, normand comme lui, avec qui il sympathise. Ce dernier, qui avait déposé en avril 1886 son premier brevet, sous le titre *Procédé électrolytique pour le préparation de l'aluminium*, éprouve beaucoup de difficultés à obtenir de la Maison Carré des charbons de 70 mm qu'il considérait comme indispensables à la puissance - pourtant bien réduite - qu'il employait. La houille blanche commençait alors à pénétrer dans les Alpes. Il demande à Léon Hulin

de se joindre à ses recherches (1889), dans une petite usine installée à Froges (Isère), et comportant une chute de 800 ch. Les premières marmites, dites « creusets d'Héroult », inspirées du brevet Kiliani, souffraient des insuffisances de dimension et de résistance des électrodes, dont Léon Hulin améliore donc la fabrication, jusqu'à ce que soient mises au point les premières cuves à anodes multiples, en 1891.

C'est à l'occasion de ces travaux, alors qu'Héroult, en tentant d'ajouter du plomb au procédé initial d'électrolyse de l'aluminium, n'avait obtenu qu'un alliage considéré par lui comme sans intérêt, que L. Hulin tire de ce résultat inattendu sa première idée pour la fabrication des alliages de sodium.

Cette collaboration avec Paul Héroult se poursuivit jusqu'à la mort prématurée de ce dernier, et bien au-delà puisqu'on retrouve à nouveau des recherches et des brevets sur cette fabrication, de 1927 à 1932, dont notamment:

- Perfectionnements à la préparation électrolytique des métaux légers (1928)

à Gentilly, dans la région parisienne, entreprise spécialisée dans la fabrication des fours électriques pour divers alliages et dans celle des charbons artificiels.

^{471, &}lt;sub>ro</sub>ute de Saint-Saturnin, 730℃₁₀ βassens. Tél. : 79.85.96.29.

(il s'agissait de métaux comme le magnésium, le glucinium, etc.);

- Perfectionnements aux appareils d'électrolyse pour l'affinage de l'aluminium ou opérations similaires (1928);
- Perfect**i**0nnements au raffinage électrolytique de l'aluminium (1929);
- Appare ils d'électrolyse pour l'obtention d'aluminium raffiné (1930).

Les expérimentations sont réalisées, pour l'essentiel, à l'usine de Saint-Jeande-Maurienne, sous la conduite de l'ingénieur Gadeau, et à Rioupéroux, avec les hauts et les bas que connaissent nécessairement ce genre de travaux ; mais le 8 juin 1932, L. Hulin peut écrire à la direction des Usines Électro-Métallurgiques, à Paris : « [...] Monsieur Gadeau m'annonce qu'il a obtenu un lot déjà valable de métal raffiné, titrant 99,94 [...] ». Quelques jours plus tard, douze lingots du précieux métal seront envoyés à Paris, avec une note indiquant qu'ilest maintenant possible de passer à l'échelle industrielle. Fort de ce résultat, il en profite d'ailleurs pour réclamer les moyens nécessaires concernant la fabrication et le raffinage du glucini um.

C'est en effet, en parallèle, qu'il conduit des recherches sur ce métal (le béryllium) - essentiellement demandé pour les besoins militaires -, lesquelles l'ont déjà amené à déposer le brevet intitulé Traitement du béryl et extraction du glucinieum. Il ne pourra malheureusement pas conduire ces recherches jusqu'à leurterme, mais les fabrications vont cependant s'installer progressivement, notamment celle de l'alliage cupro-béryllium, dont Daniel Dequier [1] pourra dire « [...] qu'il fit les beaux jours de l'usine de La Praz jusqu'à sa fermeture ».

De la préhistoire de l'aluminium, ainsi qu'il quali fiait lui-même la période de tâtonnements vécue à Froges, jusqu'à l'ère pré-industrielle, c'est donc plus de quarante a mées de patientes recherches pour améliorer les techniques de fabrication de l'aluminium, que Léon Hulin conduisit dans divers établissements, justifiant ainsi le nom de « Service Hulin » donné à un service spécialisé de Saint-Jean-de-Maurienne et qui perdura jusqu'en 1946.

Pendant toute cette époque des pionniers de l'industrie électrochimique et électro-métallurgique, sa véritable pas-

sion pour les procédés électrolytiques va le conduire à un parcours extrêmement dense, où les difficultés ne manqueront pas, parfois les échecs, dont il saura tirer des éléments positifs, avec un foisonnement d'inventions, dont quelques-unes furent à la base de fabrications industrielles de première importance.

Alors qu'il travaille donc à Froges, avec Paul Héroult, l'un des administrateurs de la société, M. Vieilhomme, le met en relations avec Aimable Matussière, désireux de créer une entreprise pour son fils, Louis Matussière, et son gendre M. Forest. C'est une étape très laborieuse, à Modane, dans une ancienne scierie désaffectée, alimentée par une petite chute d'eau, mais où va néanmoins naître la fabrication d'un alliage, dit plomb-sodium, et où va s'amorcer la prochaine mise au point de la fabrication du sodium. Les procédés sont minutieusement décrits dans une communication au Congrès de chimie appliquée, à Paris, en 1896 [2], et notamment le procédé consistant « à filtrer mécaniquement l'électrolyte au travers d'une électrode poreuse suivant une vitesse mise en harmonie avec l'intensité du courant » [2]. Cette communication est pour lui l'occasion d'entretenir l'auditoire des « résultats pratiques obtenus dans l'électrolyse des chlorures » [3]; des deux voies possibles, la voie sèche (sels fondus) lui apparaissait préférable à la voie humide (sels dissous) qui lui semblait « donner lieu à des procédés encombrants pour des résultats relativement minimes » [3]. Le brevet (1893; additif de 1894) intitulé « Procédé et appareil électrolytiques pour la séparation immédiate des produits d'électrolyse liquides ou dissous », qui se rapporte à cette voie humide, consacre l'invention de l'électrode-filtre. Une description détaillée de diverses cellules électrolytiques - qui faisaient suite à la théorie d'Arrhénius (publiée en 1887), mais sans tenir compte de cette théorie alors fortement controversée - met particulièrement en évidence ce brevet, déposé par Léon Hulin, qui est qualifié « d'indéniable précurseur des électrodes poreuses percolées par l'électrolyte » [4-6]. On retrouve d'ailleurs également une description détaillée de ces cellules utilisant des électrodesfiltres constituées de plaques de charbon poreux, à grains très fins, dans des textes



Léon Hulin (1861-1939).

publiés quelques années plus tard par A. Minet [7, 8].

Mais c'est bien à la voie sèche que Léon Hulin consacrera l'essentiel de ses activités.

La Société des Soudières Électrolytiques, constituée en 1897, confie à Léon Hulin la direction d'une usine à Livet-Gavet, hameau des Clavaux, dans la vallée de la Romanche, pour y développer ses recherches en vue de la fabrication de la soude caustique, à partir de l'alliage plomb-sodium obtenu par électrolyse du sel marin (cathode en plomb et anode en graphite). Ce fut une période très difficile, avec des travaux effectués en secret, dans cette usine alimentée en énergie par une conduite forcée de 700 mètres de long et de 2,50 mètres de diamètre intérieur, la puissance disponible étant de 5000 cv. Mais l'impatience de l'un des administrateurs, déclarant : « Il vous en montrera, Monsieur Hulin, des petites fioles de sodium » (sic), interrompt cette activité, fin 1899.

C'est alors que Léon Hulin fait la connaissance d'Henri Gall, co-inventeur avec le physicien de Montlaur, de la fabrication électrolytique des chlorates. Henri Gall avait entendu parler des essais effectués par Léon Hulin à Livet-Gavet, et il avait besoin de sodium pour des fabrications de cyanures, amidures et peroxydes. Des essais sont donc repris à Vallorbe, en Suisse, qui s'avèrent suffisamment concluants pour que la Société d'Électrochimie loue à nouveau l'usine des Clavaux en décembre 1900, et en

confie ^{la} direction à Léon Hulin, pour y développer la production de sodium et de peroxy de de sodium.

L'us ine des Clavaux, « en raison de la très faute compétence technique de sa direction - en particulier son directeur, l'ingénieur grenoblois Léon Hulin - et de la présence, à proximité, de l'École d'Électrochimie de Grenoble, a très longtemps été considérée comme l'établissement pilote des essais, au stade industriel, de la branche électrochimie de son groupe » (le groupe Gall) [9].

L'Exposition universelle de 1900 (Paris) est pour Léon Hulin, de la Société d'Électrochimie, l'occasion de voir ses travaux reconnus et récompensés; une médaille d'argent lui est en effet remise dans la classe 24 qui se rapporte à l'électrochimie.

Peu après, seront déposés les brevets, dits brevets Hulin, pour la fabrication du sodium (1902-1907 et 1909), par électrolyse de la soude caustique, ces procédés détrônant définitivement l'ancien procédé Castner. Rapidement, la production industrielle proprement dite est transférée essentiellement à Pomblières (Savoie) et divers perfectionnements seront encore brevetés jusqu'en 1924 et 1932.

Parallèlement, des recherches sont menées en vue de la fabrication de l'eau oxygénée, aboutissant en 1907 au brevet Hulin-Jaubert, relatif à la production industrielle de peroxyde de sodium et autres peroxydes alcalins. « [...] Léon Hulin à l'idée ingénieuse de fabriquer H₂O₂ directement à partir du peroxycle de sodium en l'attaquant par de l'aciclefluorhydrique, en présence ou non d'a lunine. On obtient ainsi comme co-procluits le fluorure de sodium ou la cryo lithe, aisément commercialisables »[10].

La fa bication de l'eau oxygénée sera ensuite transférée dans l'usine de Saint-Fons, Drès de Lyon, puis à Pierre-Bénite.

Tous ces travaux, avant d'être brevetés, sont menés dans le plus grand secret... L'exploitation de ce patrimoine s'cientifique et technique, malaisément atquis et jalousement défendu, est pén ible et souvent contentieuse : l'avocat du l'agréé, l'arbitre ou le juge ne sont pus éloignés. Les procédures en contre fils on abondent et l'Électro-Chimie plaide notamment contre les Éts

Corbin et la Sté de Riouperoux » [11], après qu'ait été surpris un employé de l'entreprise voisine, en train de prendre des photos aux Clavaux. Cette méfiance s'exerce même à l'égard des personnalités, et si, en juillet 1910, Millerand, alors ministre des Travaux publics, visite l'usine des Clavaux, sous la conduite d'Henri Gall et de Léon Hulin (ce dernier faisant quelques frayeurs à ces hôtes en faisant exploser de petits morceaux de sodium dans Romanche), l'accès de la même usine est refusé quelques mois plus tard à Paul Doumer et d'Arsonval!

Même après le dépôt des brevets, les sources de contentieux demeurent, et un procès important, qu'il gagnera, opposera même Léon Hulin à la Société d'Électrochimie, dont il est ingénieur-conseil, pour ventes de licences à l'étranger. Ce qui n'empêchera pas d'ailleurs, ensuite, la collaboration de continuer.

En 1906, Léon Hulin avait quitté les Clavaux, pour s'installer à Grenoble, d'où il poursuivra ses activités, essentiellement pour la Société Alais-Froges et Camargue, et la Société d'Électrochimie, alternant son travail au cabinet d'ingénieur-conseil avec de fréquentes visites sur les sites d'expérimentation, essentiellement à Salindres, Chedde, et surtout Saint-Jean-de-Maurienne. Outre ce qui concerne l'aluminium proprement dit, il va s'appliquer aux procédés de fabrication d'alliages aluminium-magnésium de élevée (1929), ainsi qu'à la fabrication des alliages cuivre-béryllium, déjà cités.

La maladie va interrompre brutalement ses travaux, en 1932, alors que son génie inventif et une capacité de travail peu commune l'ont conduit à déposer plus de quarante brevets entre 1893 et 1932 (liste non exhaustive), soit « une production exemplaire méritant incontestablement d'être signalée à la communauté scientifique et technique » [11].

Léon Hulin s'est éteint dans sa maison de famille de Normandie, le 27 août 1939. Père de cinq enfants, il avait eu la tristesse de perdre l'un d'entre eux, officier du général Lyautey, au Maroc, en 1924. La plus grande partie de ses archives a malheureusement été détruite pendant la guerre.

Remerciements:

Nos remerciements vont particulièrement à François Cœuret, directeur de recherche au CNRS, spécialiste d'ingénierie électrochimique et intéressé par l'histoire de la science des procédés électrolytiques, qui a permis de retrouver la plus grande partie des brevets déposés par Léon Hulin, et qui, dans les articles cités ci-dessus sous les références [5] et [6], lui a rendu hommage à l'occasion du centenaire, en 1993, de la date de dépôt du brevet initial concernant les électrodes poreuses percolées par l'électrolyte.

Références

- [1] Dequier D., Maurienne, Vallée de l'Aluminium, La Fontaine de Siloe, 1992.
- [2] Hulin L., Électrolyse industrielle des chlorures alcalins, communication au Congrès international de chimie appliquée, Paris, juillet-août, 1896.
- [3] Minet A., dans le Journal *L'Électrochimie*, **1896**, p.147.
- [4] Cœuret F., Introduccion a la ingenieria Electroquimica, Ed. Reverté, Barcelona, 1992.
- [5] Cœuret F., A flow-through porous electrode patented 100 years ago: the Hulin process, *Journal of Applied Electrochemistry*, **1993**, *23*, p. 853.
- [6] Cœuret F., Regards sur la théorie de l'électrolyse au XIXe siècle et sur quelques brevets français de cellules électrolytiques déposés il y a 100 ans, L'Actualité Chimique, juillet-août-septembre 1993, 4, p. 33-39.
- [7] Minet A., L'Électrochimie Production électrolytique des composés chimiques, Encyclopédie scientifique des aidemémoire, Gauthiers-Villars/Masson et Cie, 1897.
- [8] Minet A., Électrolyse du chlorure de sodium-Procédé Hulin, L'Électrochimie, mai 1897, p. 102-103.
- [9] Morsel H., Parent J.F., Les industries de la région Grenobloise, Presses Universitaires de Grenoble, 1991.
- [10] Mémorial de la Société d'Électro-Chimie, Ed. Lyonnaises d'Art et d'Histoire, **1991.**
- [11] Cœuret F., Correspondance privée, juillet 1995.

Pour en savoir plus

- Archives de la famille de L. Hulin dont la note: Historique de la fabrication de l'aluminium, par L. Hulin, 1927.
- Centre de documentation Péchiney, à Saint-Jean-de-Maurienne.
- Centre de documentation PEM, à Chedde.
- Chabert L., L'électrochime et l'électrométallurgie en Savoie, L'histoire en Savoie, janvier 1987.

LIVRES

UMWELTCHEMIE (CHIMIE DE L'ENVIRONNEMENT)

Claus Bliefert VCH, Weinheim, 1995, 453 p.

Un livre simple et compréhensif sur l'ensemble de la chimie de l'environnement!

Trois des cinq parties du livre sont consacrées à l'air, à l'eau, aux sols ; les deux autres sont consacrées aux problèmes de pollution par les produits chimiques et les déchets. Dans certains chapitres, l'auteur, qui est professeur de chimie de l'environnement en Allemagne dans une école polytechnique, traite en détail les différentes classes de substances : par exemple le monoxyde de carbone, les dérivés du soufre, les composés organiques volatils, les dioxines, les produits chlorés, l'ozone, etc. Mais aussi des sujets plus ciblés, certains très discutés actuellement, sont développés, comme par exemple les gaz d'échappement, les engrais, la destruction des déchets, le recyclage, le « smog », l'effet de serre, le traitement des eaux, la protection de l'environnement.

Cette introduction à la chimie de l'environnement est fortement recommandée à tous ceux qui sont désireux d'améliorer leurs connaissances sur la situation actuelle dans ce domaine même avec un minimum de connaissances de base en chimie. Ce livre très illustré en tableaux et graphiques (près de 400) n'existe malheureusement à l'heure actuelle qu'en langue allemande.

Aimé Cambon

DICTIONARY OF ORGANIC COMPOUNDS

6th Edition, vol. 7: Name Index Chapman and Hall, Londres 1994

La sixième édition de ce dictionnaire, importante révision et mise à jour de la précédente édition, comportera neuf volumes. Plus de 170 000 composés (avec des données chimiques, physiques et bibliographiques concises) y sont répertoriés.

Le volum e7(914 pages) constitue l'index des diverses rub_{riques} traitées dans les précédents volumes. Il comprend tous les noms contenus dans le dicti onnaire ainsi que leurs synonymes (systématiques et/ou triviaux) classés dans l'ordre alpha bétique. Chaque entrée est désignée par un numéro d'ordre à six chiffres précédé d'une lettre. Celle-ci est l'initiale du nom de l'entrée correspondante. Les synonymes font l'objet d'un renvoi au numéro de l'entrée principale. En outre, les nons des substances pour lesquelles ont été men tionnés des renseignements relatifs

aux dangers et aux propriétés toxiques sont précédés d'un symbole caractéristique.

Cet index facilitera la consultation du dictionnaire.

Robert Panico

ORBITALES FRONTIERES. MANUEL PRATIQUE

Nguyên Trong Anh Broché, 277 p. InterÉditions/CNRS Éditions, 1995

La réactivité en chimie, et notamment en chimie organique, a été rationalisée de façon fort élégante grâce au concept de mécanisme de réaction. Cependant, certains faits expérimentaux sont bien difficiles à interpréter dans ce cadre et la mécanique quantique et le concept d'orbitale moléculaire viennent alors au secours du chimiste. C'est en 1952 que K. Fukui introduit la notion d'orbitales frontières qui permet de simplifier beaucoup les raisonnements et d'effectuer un calcul simple basé sur la théorie des perturbations... au dos d'une enveloppe. Ce sont R.B. Woodward et R. Hoffmann, en 1965, qui démontrent avec élégance la puissance et l'efficacité des concepts de la mécanique quantique appliquée aux mécanismes de réaction. A l'heure où l'usage des logiciels et des stations de travail se démocratise, ces approches ont-elles encore un sens ? Oui et c'est ce que démontre brillamment ce livre. Pourvu que l'on ait un peu de bon sens et qu'on sache un peu de chimie, on peut, grâce au concept d'orbitales frontières et à l'utilisation de quelques règles simples, comprendre et prévoir beaucoup de phénomènes dans des domaines aussi variés que la réactivité absolue ou relative, la régiosélectivité, la stéréosélectivité ou la structure des molécules. Et que le futur lecteur ne soit pas effrayé : il verra beaucoup plus de réactions chimiques que d'équations mathématiques!

Un deuxième aspect très attachant de ce livre est qu'il n'est pas écrit à la gloire d'une méthode que l'auteur a pratiquée, dans toutes ces finesses, depuis une bonne vingtaine d'années. Les échecs ne sont pas dissimulés, ni les pièges, mais au contraire clairement indiqués et mis en lumière. C'est, à ma connaissance, la première fois que les domaines d'application, les forces et les faiblesses de la théorie des orbitales frontières sont cernés dans leur globalité. Saluons enfin l'exceptionnelle qualité pédagogique de ce livre. D'abord, il est écrit dans un style alerte et vivant, interrogeant souvent le lecteur pour le faire réfléchir. Ensuite, chaque nouvelle application, chaque

nouvelle utilisation des concepts de base dans un cas différent sont suivis de très nombreux exercices corrigés (d'où le nom, à mon avis trop modeste, de manuel pratique). Enfin, à la fin de chaque chapitre, une courte bibliographie intitulée «Pour en savoir plus» permet au lecteur qui le souhaite d'approfondir les aspects théoriques et d'accéder à des exposés mathématiquement plus rigoureux.

Ce livre, qui, pour une grande part, est le reflet d'un cours professé par l'auteur à l'École polytechnique et au DEA de chimie organique de l'université d'Orsay, s'adresse a priori plutôt à des étudiants qu'à des spécialistes. Cependant, son utilisation me semble beaucoup plus large. Devraient en tirer grand profit les enseignants aussi bien des classes préparatoires que de l'université. Mais les tenants du calcul ab initio y puiseront aussi beaucoup d'idées pour modéliser de façon raisonnable les systèmes réels souvent trop complexes à calculer et se familiariseront avec des raisonnements simples permettant de juger rapidement de la pertinence du résultat numérique obtenu et de le comprendre.

P. Millié

FRANCE-COMPOSITES 1996

Cartonné, 426 p., 310 F CEPP Publications, Paris, 1996

Cet ouvrage est un instrument de travail pour les entreprises utilisatrices de matériaux composites en France qui recherchent des fournisseurs. Il est également destiné à promouvoir les capacités techniques des entreprises françaises à l'étranger, dans la perspective du marché unique européen.

Réalisé avec le concours des organisations professionnelles (GPIC, CPC, SPMP, SNPTVT, Symacap), l'annuaire présente cinq chapitres : les matières premières, les équipements, les services, la transformation, un répertoire général.

COMMENT UTILISER EN TOUTE SÉCURITÉ LES PRODUITS CHIMIQUES DANGEREUX

Plus de 3 000 p. (3 vol.), 1395,26 F (HT) Éditions Weka, 1996

L'ouvrage, remis à jour après les changements de législation sur les produits chimiques dangereux appliquée depuis juillet 1994, regroupe toutes les indications sur plus de 1 500 produits dangereux : structure, constantes physico-chimiques, mesures de protection, données techniques de sécurité, dangers pour la santé, risques juridiques,

étiqueta le, valeurs, numéros de références, réglementations. Chaque produit dispose d'une fiche technique avec 40 rubriques.

LES PROCÉDÉS DE TRAITEMENT DES DECHETS INDUSTRIELS SOLIDES ET LIQUIDES

Classeur de 120 fiches, 1 900 F Ademse, Angers, 1996

Cet ouvrage est un outil d'aide à la décision pour tout acteur concerné par la gestion des déchets industriels: 68 procédés présentés dans un classeur, 6 modes d'accès aux fiches, un guide de l'utilisateur, 300 adresses. La mise à jour est annuelle.

STEREODIRECTED SYNTHESIS WITH ORGANOBORANES

D.S. Matteson, relié, 417 p., 198 DM Springer-Verlag, 1995

Cet ouvrage offre un tour d'horizon très complet des multiples facettes de la chimie des organoboranes, un accent tout particulier étant mis sur l'utilisation de ces composés en tant qu'intermédiaires dans des synthèses stéréocontrôlées. Les trois premiers des neuf chapitres sont consacrés à une présentation générale des caractéristiques structurales et électroniques des organoboranes, de leurs principales méthodes de synthèse et des différentes possibilités offertes par la transformation de la liaison bore-carbone. Les réactions les plus importantes sont reprises et analysées séparément dans la su jte de l'ouvrage. Le quatrième chapitre concerne l'accès aux oléfines de géométrie définie, soit par β-élimination d'un groupement borylé et d'un nucléofuge hétéroatomique, soit par coupl age de Suzuki entre un vinylborane et un dérive halogéné en présence de complexes du pallad jum. La réaction d'homologation d'esters boro niques est détaillée dans le chapitre suivant. Correctement maîtrisée, elle permet l'insertion d'un motif -CHCl dans la liaison bore-carbone avec un très bon contrôle de la configuration. Elle ouvre ainsi la voie à de nouvelles approches très performantes en synthèse asymétrique. Le sixième chapitre traite de réactions d'hydroboration asymétrique et de la transformation ultérieure des organoboganes ainsi préparés. Les résultats promette us obtenus grâce à l'utilisation de catalyseurs organométalliques chiraux sont également apportés. Les réactions d'énolates de bore e td'allylboranes sont rassemblés dans

le chapitre 7. Elles sont régies par des mécanismes similaires et ont souvent été utilisées comme étape clé lors de synthèses de nombreux produits naturels. Les diverses voies d'accès à ces composés sont précisées et la diastéréosélectivité des additions aux aldéhydes et cétones largement commentée. La partie consacrée aux énolates est toutefois volontairement limitée aux résultats obtenus en synthèse asymétrique. Un chapitre entier est ensuite consacré aux réactions de Diels Alder mettant en jeu des dérivés du bore. Il peut s'agir de diènes ou de diènophiles borylés ou, plus classiquement, de l'utilisation de boranes chiraux comme acides de Lewis. Enfin, les réductions asymétriques de cétones prochirales, catalytiques ou non, font l'objet du dernier chapitre, avec, en particulier, un résumé des travaux relatifs aux oxazaborolidines et au diisopinocampheylchloroborane.

En conclusion, les principales stratégies permettant le contrôle de la stéréochimie lors de la création de liaison carbone-carbone à l'aide d'organoboranes sont répertoriées et analysées avec précision. D.S. Matteson nous propose un ouvrage dense, bien structuré et facile à lire qui s'adresse aussi bien aux doctorants qu'aux chercheurs plus confirmés. Ce livre devrait devenir, au même titre que ceux publiés par H.C. Brown, une source d'information incontournable pour toute personne souhaitant aborder la chimie du bore ou perfectionner les connaissances qu'il a déjà acquises dans ce domaine.

B. Carboni

L'EXPLORATION DES MOLÉCULES

Philippe Jaussaud Nathan Université, Paris, 1996, 128 pages, 49 F.128 pages,

Tel est bien l'objectif de cette collection « Sciences 128 ». C'est donc un petit ouvrage qui nous est ici proposé, et qui décrit (sommairement) tout à tour, les chromatographies, la spectroscopie infrarouge, la spectroscopie Raman, les spectroscopies ultraviolette et visible, la spectrométrie de masse, la radiocristallographie, et la résonance magnétique nucléaire.

128 pages pour tous ces sujets ; on ne s'attend évidemment pas à une somme, mais à des vues sommaires. De fait, c'est plutôt à un historique que nous avons droit, remarquablement bien informé et remarquablement intéressant, sur les développements foudroyants de ces méthodes au cours de notre siècle, et sur leur impact sur notre connaissance de la matière.

A ce titre déjà, cet ouvrage justifierait que I'on y consacre l'investissement minime qu'il requiert: à peine plus qu'un ticket d'Orlyval, et de quoi lire pendant au moins deux ou trois

Mais l'essentiel est ailleurs. L'auteur a en effet inclu dans son texte une trentaine de notices biographiques sur les principaux responsables du développement des méthodes décrites. Ces tableautins sont des modèles du genre : ils mélangent les descriptions physiques (« un homme de taille moyenne, légèrement vouté... », « véritable colosse sur le plan physique... »), les touches de caractère (« fier jusqu'à l'arrogance, égoïste, irritable, autoritaire, très indépendant... », « elle irradiait la sympathie et savait se dévouer à des causes généreuses »), les anecdotes (« il préconisait, pour être créatif, de maintenir ses pieds plus haut que la tête », « l'un de ses assistants, chargé de travailler sur un diamant de 140 carats, dut même dormir deux nuits à côté d'un spectrographe de peur de se faire voler le joyau »). Si vous n'avez pas deviné l'identité de ces collègues, lisez ce livre, dans Orlyval ou ailleurs: vous ne le regretterez pas.

G. O.

RECUEIL DES BONNES PRATIQUES DU MANAGEMENT DU TRANSPORT TERRESTRE DANS L'INDUSTRIE CHIMIQUE

CP Chimie Promotion, 1995, 190 F.

Le trafic terrestre de produits chimiques représente en France 11,5 milliards de tonneskilomètres, soit 7 % du trafic général. La moité de ces tonnages transportés relève des réglementations du transport de matières dangereuses. A ces chiffres conséquents, il convient d'ajouter des matières premières non chimiques consommées par l'industrie chimique telles que le calcaire, les produits pétroliers... dont le trafic est également important.

Les industriels de la chimie, conscients de leur responsabilité se sont engagés dans une démarche volontaire d'amélioration de la sécurité, de la protection de la santé et de l'environnement et y associent leurs partenaires transporteurs et opérateurs en service logistique.

Dans cet esprit, cet ouvrage, fruit d'un travail commun de responsables sécurité et de responsables transports réunis par l'Union des Industries Chimiques, vise à préciser, dans les domaines non couverts ou partiellement couverts par la réglementation nationale ou internationale, les bonnes pratiques à mettre en œuvre.

EN BREF

Recherche

CARACTÉRISATION D'UN NOUVEAU MATÉRIAU POUR L'OPTIQUE

CNRS Info (nº 327) signale qu'une équipe du Laboratoire matériaux inorganiques [CNRS-École Nationale Supérieure de Chimie de Paris (ENSCP)] a élaboré des monocristaux à partir de l'état fondu d'un matériau inorganique, l'oxoborate de calcium et de gadolinium, le GdCOB. Cette réalisation a permis à ces chercheurs de caractériser ce matériau et ses propriétés optiques non linéaires (ONL). Les cristaux pour ONL, associés aux lasers solides permettent d'étendre, du visible jusque dans l'infrarouge plus Iointain, la gamme spectrale des sources lasers classiques. Les lasers émettant dans le visible répondent à des besoins dans des domaines divers, par exemple pour des applications liées autraitement et au stockage de l'information, au domaine médical, etc. Le GdCOB se range parmi les matériaux inorganiques non linéaire s les plus performants, si on ajoute à ses propriétés optiques sa facilité d'élaboration et ses caractéristiques d'emploi.

Des monocristaux de grande taille (25 mm de diamètre, 120 mm de long) ont été obtenus au laboratoire à partir de l'état fondu, vers 1500 °C. La société Crismatec qui collabore avec l'équipe de chercheurs produil d'ores et déjà des cristaux de taille supérieure en vue d'applications industrielles.

Par ailleu rs, le composé GdCOB, de composition $Ca_4GdO(BO_3)_3$, fait partie d'une large famille $M_4RO(BO_3)_3$ M=Ca, Sr; R=La, Gd, Y...), presentant globalement la même structure cristalline et dont on peut modifier les propriétés optiques par dejudicieuses substitutions d'atornes : ainsi pourra-t-on optimiser <math>les performances de ces matériaux e_n fonction des applications souhai tées.

 Andrée Ka hn Harari, Gérard Aka, Laboratoir e natériaux organiques, CNRS-ENS P. Tél.: 01.44.27.67.07.
 Fax: 01.46.3474.89.
 E.mail: ka hnari@ext.jussieu.fr

Industrie

CROISSANCE DE L'INDUSTRIE CHIMIQUE EUROPÉENNE EN 1995

A l'occasion de l'assemblée générale européenne du Cefic (Conseil Européen de l'Industrie Chimique), une croissance de 2,5 % en volume a été annoncée, de la production chimique de l'Europe de l'Ouest en 1995 (+1,5 % sans les produits pharmaceutiques), avec des variations suivant les pays (allant d'environ de 0,5 % pour l'Allemagne à 4,5 % pour la Grande-Bretagne).

Pour 1996, le Cefic prévoit une augmentation de la production de 2 % (1 % sans les produits pharmaceutiques).

Après des années de stabilité, les prix ont augmenté de 7 % en 1995.

LA COMMISSION PERMANENTE DE CONCERTATION POUR L'INDUSTRIE

Cette Commission dont la création a été annoncée par le Premier ministre en octobre dernier, et confirmée au Journal Officiel par décret interministériel a été installée par Franck Borotra (ministre de l'Industrie, des Postes et des Télécommunications), en juin dernier. Elle rassemble des représentants de l'État, des chefs d'entreprise et des experts. Elle doit établir des diagnostics, conduire une réflexion prospective et proposer au gouvernement des mesures contribuant au développement de l'emploi industriel.

La Commission permanente de concertation pour l'industrie est présidée par le ministre de l'Industrie, de la Poste et des Télécommunications avec à ses cotés Jean-Pierre Desgeorges, vice-président de la Commission, président du Groupement des Fédérations Industrielles (GFI), président de la Fédération des Industries Électriques et Électroniques (FIEE). Elle comprend 14 responsables d'organisations professionnelles

industrielles, 14 directeurs d'administration centrale et 3 experts. La Commission publiera un rapport annuel sur la situation de l'industrie française qui sera remis au gouvernement.

Lors de sa première réunion, la Commission a examiné les thèmes suivants:

- l'innovation industrielle, sur la base d'une étude du GFI,
- la mondialisation de l'industrie française, à partir de travaux du SESSI (Service d'Études des Stratégies et des statistiques Industrielles),
- la simplification administrative, sur la base des résultats d'une enquête du ministère de l'Industrie auprès de l'ensemble des PMI,
- l'étude que le ministère de l'Industrie va conduire avec le BIPE (Bureau d'Information et de Prévisions Économiques) sur le thème
 « France Industrie 2000 ».

EUREKA: RÉSULTATS 1995-1996

Le 28 juin 1996, lors de la 14e Conférence ministérielle Eurêka à Bruxelles qui a clôturé la présidence belge, 156 nouveaux projets européens ont obtenu le label Eurêka. Parmi ces derniers, 43 comportent une participation d'entreprises françaises.

Les industriels consacrent des sommes notables à ces travaux de R & D puisque ceux-ci représentent un coût total d'investissement de 3,4 milliards de francs hors Medea (microélectronique) et Commend (multimédia) (contre 2,2 milliards de francs en 1995), et de 17,8 milliards avec Medea et Commend. Le montant moyen des projets s'est accru, passant de 16 MF en 1995 à 22 MF en 1996.

Les deux programmes Medea et Commend représentent à eux seuls un montant total de 14,4 milliards de francs. Ils tiennent une place particulière tant en raison des thèmes développés et de la position stratégique sur le plan mondial de leurs principaux partenaires, que par le montant des sommes engagées.

Le montant total des 43 nouveaux projets à participation française est de 16,3 milliards de francs, dont 14,4 milliards pour Medea et Commend.

Parmi ces projets à participation française, on peut citer:

- Alga-Oméga : de nouveaux médicaments extraits de microalgues (Héliosynthèse),
- Geneprep : des vecteurs de thérapie génique de qualité pharmaceutique (Rhône-Poulenc Rorer),
- VOF (ralliement) : des lubrifiants biodégradables pour l'industrie agro-alimentaire (Igol),
- Zimaval : le recyclage total des piles usagées (Valme Industrie),
- Cheap Adsorbant : un meilleur traitement des eaux et fumées (Centre de Pyrolyse de Marienau),
- Spring : des matériaux plus légers pour l'équipement automobile (Elmetherm)
- Secrétariat français d'Eurêka, 43, rue de Caumartin, 75436 Paris Cedex 09. Tél.: 01.40.17.83.00. Fax: 01.47.42.32.40.

LE RAPPORT DAVIGNON SOUTIENT LES PRINCIPES D'EUREKA

Présenté à l'occasion de la conférence ministérielle d'Eurêka le 28 juin 1996, ce rapport avait été demandé à une groupe d'industriels européens conduit par Étienne Davignon pour recueillir leur avis sur Eurêka. Un avis très favorable « Eurêka est le cadre préféré pour la recherche appliquée et l'innovation proche du marché » - et des propositions utiles pour l'avenir de la R & D y sont émis.

Ce rapport conclut, en particulier, sur l'urgente nécessité d'améliorer l'environnement de la R & D européenne, processus dans lequel Eurêka devrait jouer un rôle clé, en interaction étroite avec l'Union européenne et les programmes nationaux. Il formule dix recommandations pour améliorer la compétitivité industrielle européenne, et notamment :

- lancer une initiative politique majeure, en concertation entre les autorités nationales et européennes, pour déterminer avec le monde de l'industrie un certain nombre de priorités,
- définir un cadre clair où les rôles respectifs des programmes nationaux, d'Eurêka et des programmes communautaires seraient déterminés, dans le but de renforcer l'innovation technologique et proche du marché,

- davar la ge impliquer concrètement les industriels dans l'évolution et le fonctionnement d'Eurêka, qui est bi en adapté à leurs besoins,
- gérer les projets stratégiques faisant l'objet de mesures de soutien public en concertation avec des représentants de l'industrie et des administrations,
- renforcer l'engagement des membres d'Eurêka, et améliorer la transparence en matière de financement public, de disponibilité et de sources accrues de financement nationales et européennes.

Ces propositions des industriels ont été communiquées aux autorités européennes et nationales chargées de la R & D. Le IIIe Plan à moyen terme d'Eurêka (1996-2000) s'est largement inspiré de cette analyse.

LES MATIÈRES PLASTIQUES EN 1995

La production française annuelle de matières plastiques, qui avait dépassé, pour la première fois, les cinq millions de tonnes en 1994 est restée au-dessus de ce niveau mais avec un léger tassement de l'ordre de - 2 %; à titre d'exemple, le PEBD radicalaire et le PVC, ont des productions en baisse de - 1 % et - 6 %. Il convient de noter, dans ce contexte, les belles performances du PEHD, du PSE, des polyesters insaturés et du PEBD linéaire avec respectivement + 2 %, + 3 %, + 9 % et + 13 % d'augmentation.

En tonnage les importations (-1%) et les exportations (-2%) ont quelque peu baissé. Mais la politique des prix avec un prix moyen au kg en augmentation de + 20% a permis un e balance du commerce extérieur evaluée à + 5,6 milliards de francs (contre + 4,2 milliards en 1994), un record en francs courants.

En volume, la France est toujours sortement exportatrice, 76 % de s'aproduction, et importe environ 54%. Ces échanges pour le total des matières plastiques restent essentiellement européens avec 63 % des échanges à l'exportation et 49% à l'importation.

En 19\$5, les investissements prévus poly la France représentent un total de 300 000 t pour les grands thermoplasiques, soit une augmentation de 6 & de la capacité installée.

Le Syn•dicat de Producteurs de Matières Plastiques (SPMP) estime que 1995 a été, pour les matières plastiques, globalement une bonne année.

• SPMP, 14, rue de la République, 92800 Puteaux.

Tél.: 01.46.53.10.53. Fax: 01.46.53.10.73.

RHONE-POULENC: UNE NOUVELLE UNITÉ DE TERRES RARES POUR LES POTS CATALYTIQUES

Rhône-Poulenc vient de démarrer sur son site de Freeport (États-Unis, Texas) une nouvelle unité de terres rares Actalys destinées à la fabrication de matériaux avancés pour la dépollution des gaz d'échappements automobiles. Grâce à leur remarquable stabilité thermique, les produits Actalys participent à l'amélioration des performances des pots catalytiques trois voies et permet de respecter d'ores et déjà les futures réglementations sur les émissions des moteurs automobiles.

L'action de ces produits repose essentiellement sur la haute thermostabilité des terres rares utilisées, ce qui accroît simultanément les performances des pots catalytiques et leur durabilité. La dépollution des fumées d'échappement se fait au niveau du pot catalytique, qui transforme nombre des composants toxiques émis en éléments inoffensifs tels que l'eau, l'azote et le gaz carbonique.

Cette nouvelle unité d'Actalys vient renforcer les sites de production existants de La Rochelle (France) et de Kobé (Japon, en « joint venture » avec Santoku) et assure une présence mondiale.

Grâce aux progrès réalisés par les technologies à base de terres rares, Rhône-Poulenc est un acteur majeur dans le domaine de la dépollution automobile, avec des solutions pour les moteurs à essence et pour les moteurs Diesel. Le groupe travaille en partenariat avec les producteurs de catalyseurs automobiles pour réduire efficacement les pollutions causées par les gaz d'échappements automobiles.

 Rhône-Poulenc, 25, quai Paul Doumer, 92408 Courbevoie Cedex. Tél.: 01.47.68.12.34.
 Fax: 01.47.68.14.44.

LA MÉTHANISATION, NOUVEAU TRAITEMENT DES EAUX POUR L'INDUSTRIE DES PARFUMS

Le 1er juillet 1996, la société Robertet, fournisseur des grands groupes de parfumerie ou de produits alimentaires, a inauguré la nouvelle station d'épuration de son usine du Plan-de-Grasse (06, voir *photo*). Pour cette installation de traitement des eaux, en service depuis peu, Degrémont a mis en œuvre un choix technique innovant pour l'industrie des parfums et des arômes : la méthanisation.

Processus de dégradation biologique anaérobie adapté aux effluents concentrés, la méthanisation consiste à transformer la pollution organique de l'effluent en acides gras volatils (acidogénèse), puis en gaz constitué essentiellement de méthane et de gaz carbonique (méthanogénèse). Cette opération se fait sans apport d'oxygène et donc sans dépenses d'énergie, hormis celles liées aux pompes et aux agitateurs.

Degrémont a développé 4 procédés de méthanisation qui lui permettent d'optimiser le traitement de tout effluent méthanisable en fonction de sa nature :

- culture libre : par contact, par lit de boue,
- culture fixée : par lit fixe, par lit fluidisé.

Dans le cas de Robertet, c'est le procédé lit fluidisé Anaflux qui a été retenu. Avant l'étape de méthanisation, les effluents subissent des opérations de prétraitement :

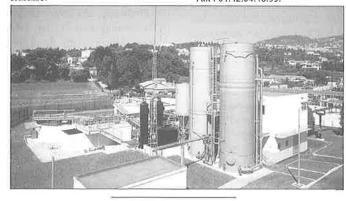
- dégrillage,
- homogénéisation assurée par un bassin tampon,
- traitement de floculation,
- décantation pour l'élimination des matières en suspension.

La pollution soluble biodégradable est ensuite traitée par l'Anaflux. L'effluent traverse de bas en haut un support granulaire mobile, la Biolite, maintenu en expansion et sur lequel se fixent les bactéries épuratrices.

Un traitement complémentaire de décantation assure l'élimination des matières en suspension. Les boues produites au cours des diverses phases de traitement sont ensuite déshydratées par centrifugation.

La mise en œuvre de ces techniques utilisées pour le traitement des rejets de sucreries, brasseries, usines de pâtes à papier... est une première dans ce type d'industrie. Il en résulte une installation très compacte qui s'intègre parfaitement dans l'environnement du site industriel de l'usine du Plan-de-Grasse, et dans ses « lignes de traitement » déjà existantes.

 Degrémont, 183, av. du 18 juin 1940, 92508 Rueil-Malmaison Cedex. Tél.: 01.46.25.60.00.
 Fax: 01.42.04.16.99.



HÜLS AUGMENTE SES CAPACITÉS DE PRODUCTION EN STYRÈNE ET POLYSTYRÈNE

La division Polystyrène de Hüls AG augmente ses capacités d'éthylbenzène, styrène, polystyrène expansible (PSE) et de cumène.

Après modernisation des installations, la production annuelle sera de 420 000 t d'éthylbenzène, 380 000 t de styrène, 250 000 t de polystyrène, 75 000 t de PSE et 260 000 t de cumène.

L'augmentation de rendement de l'unité de polystyrène expansible et de cumène, commencée il y a 2 ans, est à présent effective. Une amélioration des procédés et l'élimination des ruptures de stock a permis d'augmenter la capacité annuelle de PSE de 15 000 t et de cumène de 110 000 t.

La production d'éthylbenzène se fait maintenant conformément à un procédé économique et très écologique d'acrylation par catalyse sur zéolite en phase liquide. Ce procédé a permis d'augmenter la capacité d'éthylbenzène de 60 000 t par an. L'unité nouvelle, qui conserve plusieurs éléments de l'ancienne, sera opérationnelle au printemps 1997.

Parallèlement, lors de la phase suivante de déshydrogénation de l'éthylbenzène en styrène, la capacité a pu être augmentée de 60 000 tet passe à 380 000 t par an grâce à l'élimination des ruptures de stock.

A peu de frais, l'unité de polystyrène à Marl a été modifiée, permettant pour la mi-1997, l'augmentation de 150 à 180 000 t par an de polystyrène.

En outre Hüls produit également 70 000 t de polystyrène en Suède à Telleboorg.

 Hüls France, 49-51, quai de Dion-Bouton, 92815 Puteaux Cedex. Tél.: 01.49.06.51.09.
 Fax: 01.47.73.99.44.

APPRYL CHOISIT GRANGE MOUTH POUR SA NOUVELLE UNITÉ DE POLYPROPYLÈNE

Appryl (5) % Elf Atochem/49 % BP Chamicals) a choisi le site de Grangemouth (Écosse) pour l'implanation de sa nouvelle unité de palypropylène d'une capacité de 30 000 tonnes/an.

L'intérêt minifesté par les autorités locales pour ce projet, la disponibilité locale de propylène en quantité s'auffisantes, les facilités offertes par le site de BP à Grangemou th l'insuffisance de la production licale de polypropylène pour sa tiffaire aux besoins du Royaume-Uni constituent les principales rasons de ce choix.

La nouve Ikunité bénéficiera de la technologiespécifique d'Appryl qui permet aproduction de copolymères et d'homopolymères.

L'usine, dont les travaux commenceront en 1997, sera opérationnelle en 1999. Grangemouth aura l'une des plus importantes capacités de production, au niveau mondial.

Cette nouvelle capacité permettra de satisfaire aux besoins internes du marché anglais, actuellement importateur de 450 000 tonnes/an et d'accompagner la croissance du marché européen du polypropylène.

Appryl a déjà deux autres sites de production en France :

- à Gonfreville-L'Orcher (Seine-Maritime), avec une capacité de 150 000 tonnes/an,
- à Lavéra (Bouches-du-Rhône), avec une capacité qui vient de passer de 200 000 tonnes à 270 000 tonnes/an devenant ainsi la plus grosse ligne de production de polypropylène en Europe.

Cette troisième implantation d'Appryl complète le dispositif de production existant et place Appryl parmi les premiers producteurs européens de polypropylène.

Elf Atochem, Immeuble Iris, 92062
 Paris-La Défense Cedex.
 Tél.: 01.47.96.97.47.

SOLVAY ACQUIERT LES ACTIVITÉS FLUOROCARBURES DE HOECHST

Par cet accord, Hoechst cède ses activités mondiales dans le secteur des fluorocarbures, dont les usines sont situées à Francfort (Allemagne) et à Tarragone (Espagne). Comme prévu, Solvay n'acquiert pas l'usine de R22 à Francfort, qui produit des matières premières pour les activités de Hoechst en fluoropolymères.

En avance sur l'échéancier du Protocole de Montréal, Solvay a été la première société à mettre fin complètement à la production de chlorofluorocarbures (CFC), sus-pectés de réduire la couche d'ozone. Depuis 1989, Solvay a développé progressivement une série de produits de substitution aux CFC commercialisés sous la marque Solkane. Il s'agit d'hydrofluoroalcanes présentant des propriétés écologiques, toxicologiques et techniques.

Cette décision permet à Solvay

de disposer désormais de deux usines de pointe.

Pour Solvay, les activités fluorées avoisinent un chiffre d'affaires de 250 millions de dollars US, tandis que pour Hoechst, en 1995, les activités fluorées représentaient environ 75 millions de dollars US

 Solvay, rue du Prince-Albert 33, B-1050 Bruxelles, Belgique. Tél.: +32 (2) 509.60.16.

ÉLECTIONS, NOMINATIONS DANS L'INDUSTRIE CHIMIQUE

• Cefic (Conseil Européen de l'Industrie Chimique):

M. Simon de Bree (DSM) a été réélu à la présidence du Cefic pour six mois. Le ler janvier 1997, il sera remplacé par M. Jürgen Dormann (Hoechst AG) et M. Brian Sanderson (BP Chemicals Ltd) deviendra vice-président du Cefic.

• SPMP (Syndicat des producteurs de matières plastiques):

M. Pierre Avenas (Elf Atochem) est réélu à la présidence du SPMP.

• BASF Centre Europe:

Erich Binckli a pris la tête de la nouvelle division régionale Centre Europe de BASF qui regroupe l'Allemagne, la France, le Benelux, la Suisse, l'Autriche, la Pologne, la Hongrie, la Tchéquie et la Slovaquie. A la tête du groupe BASF en France, il succède à Norbert Martin qui a été admis à faire valoir ses droits à la retraite.

• APME (Association of Plastics Manufacturers in Europe):

Mike C. Buzacott (BP Chemicals) a été élu à la présidence de l'APME et C.A. Linze (Montell Europe) devient vice-président.

• Solvay France:

Georges Theys, directeur régional de Solvay Italie est nommé directeur régional de Solvay France, fonction qu'il assurera pour les deux pays. Il succède à Jean Gauvin, qui a été admis à faire valoir ses droits à la retraite, et qui est président de l'Union des Industries Chimiques.

• CEPE (Confédration Européenne des Associations de Fabricants de Peintures, d'Encres d'Imprimerie et de Couleurs d'Art):

Jean Schoder devient secrétaire général de la CEPE après le départ à la retraite de Hanns-A. Lentze.

LES DOSSIERS DES TECHNOLOGIES 1996 EN CD ROM

Les élèves de l'École Centrale des Arts et Manufactures annoncent la mis en vente du CD Rom *Dossier des technologies 1996*, compte rendu des interventions et conférences présentées lors de la 5e édition des Entretiens de la technologie organisés les 27 et 28 mars derniers à Paris.

Au total, plus de 120 technologies - état de l'art au plan mondial, retombées potentielles dans les différents secteurs de l'industrie et des services, et cas concrets d'applications innovantes - sont traitées dans le « Dossier des technologies » 1996, couvrant 19 domaines clés de la technologie :

- 1. Gérer la technologie et l'innovation.
- 2. Programmes technologiques communautaires, mode d'emploi.
- 3. Multimédia et communication, ou le futur conjugué au présent.
- 4. L'environnement, enjeu majeur d'une société technologique.
- 5. Profil des « nouveaux ingénieurs » de l'entreprise transver-
- 6. Simples transferts? Partenariat? Comment irriguer en technologie le tissu des PME?
- 7. La technologie convertie à la qualité totale.
- 8. Durabilité des matériaux : de la technologie à... la psychologie.
- 9. Agro-alimentaire.
- 10. Génie des procédés.
- 11. Biotechnologies.
- 12. Mécanique.
- 13. Vibrations et silence dans la mécanique.
- 14. Matières et matériaux.
- 15. Électronique, optronique, microtechnologies.
- 16. Informatique & organisation industrielle.
- 17. Télécommunications.
- 18. Transports.
- 19. Génie civil et bâtiment.
- Londez Conseil, 116, avenue Gabriel Péri, 93585 Saint-Ouen Cedex. Tél.: 01.40.11.87.08.
 Fax: 01.40.11.87.02.
 (Prix: 2 500 F HT, 3 015 F TTC, frais de port non compris).

Appareils

TAMIS ULTRASON POUR POUDRES

Utilise les ultrasons pour tamiser des poudres est un moyen efficace de traiter certaines poudres fines et colmatantes à forte valeur ajOutée.

L'origi nalité du tamis ultrason réside dans la mise en vibration du corps du tamis à l'aide d'un ou plusie urs générateurs ultrasonores.

Le système s'appuie exclusivement sur la résonance propre du corps de tamis pour transmettre le s vibrations ultrasonores à la toile. Il induit des vibrations de faible amplitude mais de forte accélération. Ces deux phénomènes conjugués permettent de vaincre les forces de cohésion des particules par un démottage permanent des poudres tout en assurant le décolmatage de la toile du tamis de manière continue et ce, avec une faible consommation énergétique. De plus, le système est dépourvu de pièces mécaniques en mouvement, réduisant du même coup les frais de maintenance.

D'un diamètre pouvant aller jusqu'à 200 mm, ce matéri el peut être réalisé en aluminium, en titane ou en acier inox, avec différents niveaux de finition,

Jean Claude Maret, Sinaptec, 89, rue La Boëtie, 75008 Paris. Tél.: 01.40.74.04.60.

DISPOSITIFS DE MICROFILTRATION POUR L'ÉLIMINATION DE CONTAMINANTS DANS L'AIR

Whatman International offre deux gammes de disposițifs de microfiltration en ligne qui éliminent avec efficacité les produits contaminants (mê mes biologiques) acheminés dans l'air dans le ca dre d'un large éventail d'applications d'évacuation d'air et de gaz : il s'agit des séries Hepa-VENT et PolyVENT.

L'un des principaux avantages de l'Hepa-VENT est le fait qu'il signale toute défaillance du filtre Dincipal, du fait de sa translucidité. Cette caractéristique permet également de savoir ex actement quand il faut changer le dispositif.

Les mo dèles Hepa-VENT peuvent passer à plusieurs reprises en autoclave et retiennent 99,97 % Qes particules acheminées dans l'air, d'une gra nu lométrie supérieure ou égale à 0,3 μm. Il sont des boîtiers en polypropylène et contienne ni une membrane en microfibres de verre lam inée sur les deux côtés pour éviter toute perte de fibres pendant l'utilisation. Cette membrane est en outre légèrement hydrophobe pour éviter la multiplication des bactéries.

La gamme PolyVENT est destinée aux applications à petite échelle qui vont de la mise à l'air libre d'un petit flacon de laboratoire au maintien de la stérilité d'un groupe industriel de fermentation, avec le choix entre cinq modèles opérant à des débits allant de 10 à 540 L/min.

Whatman International Ltd., Whatman House, St Leonard's Road, 20/20 Maidstone, Kent ME16 0LS, Grande-Bretagne.

Tél.: +44 (1622) 676670. Fax: +44 (1622) 677011.

UNE GAMME DE NOUVEAUX COMPTEURS

Malvern Instruments présente la gamme Milpa qui permet, grâce à une nouvelle technologie de détection, de contrôler à faible coût les processus d'épuration d'eau ou de produits chimiques dans l'industrie des semiconducteurs et des produits pharmaceutiques, avec un seuil de mesure de 0,1 micron.

Ce compteur léger et compact s'intègre rapidement sur chaque point d'utilisation d'eau ultrapure. Il ne concurrence pas vraiment les compteurs de particules traditionnels qui sont beaucoup plus encombrants, fragiles et chers. Il vient plutôt en complément et permet d'équiper en aval du compteur traditionnel, tous les points de prélèvement d'eau ultrafiltrée après osmose inverse. Il échantillonne le liquide à un débit de 50 mL/min et peut être relié jusqu'à 6 capteurs en parallèle.

Malvern Instruments, parc Club de l'Université, 30, rue Jean Rostand, 91893 Orsay Cedex. Tél.: 01. 60.19.02.00. Fax: 01.60.19.13.26.

UN VOLTMÈTRE ÉLECTROSTATIQUE **MINIATURE**

Le voltmètre électrostatique modèle 520 de Trek autorise une mesure précise et sans contact de potentiels électrostatiques de surface dans des environnements ionisés ou non.

Grâce à une nouvelle technique révolutionnaire (annulation d'une basse tension alternative), ce modèle permet des mesures indépendantes de la distance, avec une meilleure précision que celle des appareils de mesure de champs électrostatiques.

La gamme de mesure est de +/- 2 kV (affichage digital) et la précision supérieure à +/- 5 %.

Optilas Systemes, 4, allée du Cantal, ZI La Petite Montagne Sud, Lisses, 91000 Évry. Tél.: 01.60.79.59.00. Fax: 01.60.86.96.33.

ANALYSEUR DE CARBONE ORGANIQUE TOTAL

Le modèle 1500 Ultra TOC permet la mesure totalement automatique avec un appareillage compact au niveau de I ppb COT (carbone organique total). Il utilise la technologie d'oxydation UV sans réactifs développée avec la Nasa dans le cadre du programme de station spatiale. L'appareil est conçu pour la mesure du carbone organique dans l'eau de haute pureté en industrie pharmaceutique, électronique ou en centrale.

L'Ultra TOC utilise un principe breveté à membrane hydrophobique permettant l'analyse d'échantillons à très faible teneur en carbone organique. L'oxydation de l'échantillon est réalisée par un source UV génératrice d'ozone. Ce principe offre l'avantage non seulement d'éliminer le besoin de réactifs d'oxydation mais permet d'obtenir des taux de conversion supérieurs à 95 % même au niveau de 2 ppm TOC.

Zellweger, 33, rue du Ballon, 93166 Noisy-le-Grand Cedex. Tél.: 01.48.15.80.80. Fax: 01.48.15.80.00.

SYSTÈME DE DÉMINÉRALISATION POUSSÉE DE L'EAU À USAGE INDUSTRIEL

Le système Ionpro Plus d'USF est un système de traitement de l'eau entièrement intégré dans une armoire compacte. Il peut être raccordé directement sur place à l'alimentation en eau du réseau, pour produire de l'eau de haute pureté de plusieurs mégohms et biologiquement propre. Il est tout naturellement destiné à des applications pharmaceutiques et biotechnologiques, à la fabrication des semiconducteurs et à tout type d'applications ou une qualité d'eau de ce type est nécessaire.

En plus de son module de production d'eau par osmose, le Ionpro+ comporte un module de déminéralisation en continu intégré (CDI) produisant de l'eau d'une résistivité de plusieurs mégohms.

L'eau produite sort du système à une pression d'environ 2 bars et peut alors alimenter un circuit de distribution ou une cuve de traitement, à des débits atteignant 800 litres/heures. Le système Ionpro+ fonctionne habituellement à un pourcentage de conversion de l'eau de 67,5 %. A l'intérieur de l'appareil, les composants sont montés sur bâtis en acier inoxydable (gage de longévité et de propreté).

MMCC, Rose Marie Mahe. Tél.: 02.37.51.36.85. Fax: 02.37.51.93.71.

DÉTECTEUR AUTOMATIQUE DE MATÉRIAUX RADIOACTIFS

L'entrepri se canadienne Exploranium a développé un détecteur de radiation compact et automatique, le GR-606. L'instrument détecte automatiquement les rayonnements de particules gamma et de neutrons émanant des objets contrôlés. Il mesure la radiation de base naturelle et choi sit deux valeurs distinctes correspondant aux seuils (bas et élevés) du fonctionnement de l'alarme.

Le GR-606 est disponible en plusieurs dimensions, selon la grandeur des objets à contrôler. Pendant les tests, l'appareil a pu détecter une source de radiation de césium de 100 μCi lors d'un transport dans une voiture roulant à 90 km à l'heure et à 5 mètres de distance du détecteur.

A l'aide d'un ordinateur de type PC, l'utilisateur peut régler lui-même le niveau d'alarme et la sensibilité du système.

Ce détec teur permet de vérifier que des isotopes radioactifs ne dépassent pas certaines limites ou qu'ils n'entrent pas au sein de la production. Le système peut également être utilisé pour éliminer les risques de fraudes.

 Radiation Detection Systems AB, Leif Löfberg, Bäckehag en 35, S-791 91 Falun, Suède.
 Tél.: +46 (23) 214 80. Fax: +46 (23) 240 81.

COMBINAISON DE DEUX TECHNIQ UES D'ANALYSE PAR FLUORESCENCE X

L'analyse multi-dispersive par fluorescence X (MDXRF), développée par Oxford Instruments, est u netechnique d'analyse élémentaire polyvalente qui utilise les avantages des techniques de dispersion en énergie (EDXRF) et de dispersion en longueur d'onde (WDXRF), et qui, associé e su système de détection du spectromètre, comprenant des canaux fixes et un canal variable permet d'effectuer des mesures simultanées d'éléments, du fluor à l'uranium, sur des écha nillons de tout type dans une large gamme de concentrations (allant du ppm jusqu'à 100 %).

L'adjonction au logiciel XPertease de préprogramme s, contenant les paramètres d'analyse optimis é nécessaires aux applications les plus couran te, facilite l'utilisation du spectromètre par du personnel non spécialisé. Ce logiciel inclut des fonctions multitâches spécifiques permettant d'affectuer des tâches en parallèle avec d'autre s.

 Parc Club- _{O'}say Université, 27, rue Jean Rostand, 91893 Orsay Cedex.
 Tél.: 01.65941.13.38. Fax: 01.69.41.86.80.

Produits

LES POLY BD, UN NOUVEAU CONSTITUANT POUR LA FORMULATION D'ADHÉSIFS

Elf Atochem commercialise des polybutadiènes liquides à terminaisons hydroxylées sous la marque Poly Bd. Ces résines, mélangées avec les polyisocianates à température ambiante, forment des élastomères solides semblables au caoutchouc, qui trouvent leurs applications dans des industries très variées.

Contrairement aux polymères uréthanes traditionnels à base de polyéther et de polyester, les Poly Bd - polyuréthanes - sont dotés de propriétés utiles dans le secteur des adhésifs.

Le Poly Bd confère aux polymères uréthanes les propriétés de mise en œuvre suivantes :

- une excellente résistance à l'hydrolyse,
- d'excellentes propriétés électriques,
- une bonne adhésion sur une grande variété de substrats.
- une excellente flexibilité à basse température.
- des formulations sans solvant,
- une faible perméabilité à la vapeur d'eau,
- une excellente résistance aux bases et acides aqueux.

Une formulation typique d'adhésifs à base de Poly Bd comporte 2 composants liquides qui, une fois mélangés, se transforment en solides de duretés variées.

Les résines Poly Bd sont en outre utilisées dans les formulations d'adhésifs ou de mastics monocomposants selon les deux méthodes traditionnelles suivantes :

- la réticulation à chaud de prépolymères bloqués.
- la réticulation aux peroxydes ou vulcanisation, le Poly Bd jouant le rôle de plastifiant réactif avec les caoutchoucs et de promoteur d'adhérence.
- Elf Atochem, 4, cours Michelet La Défense 10,
 Cedex 42, 92091 Paris-La Défense.
 Tél.: 01.49.00.70.29. Fax: 01.49.00.80.50.

NOUVEAUX PRODUITS POUR LE MASQUAGE DU GOUT DES MÉDICAMENTS

Depuis plus de 40 ans, Dow Chemical fournit à l'industrie pharmaceutique la gamme Ethocel pour les formulations d'enrobage à effet progressif, la micro-encapsulation, la granulation et le masquage du goût. Ces polymères organo-solubles sont inodores, incolores, insipides, et sans effet sur les ingrédients sensibles à l'eau.

La société présente une gamme étendue de résines Premium éthyle cellulose éther Ethocel destinées aux formulations pharmaceutiques auxquelles elles confèrent des propriétés de diffusion progressive et de masquage du goût.

Les nouveaux produits, appelés grades Ethocel FP, sont dérivés des produits Premium Ethocel Standard (teneur en éthoxyle de 48,0 à 49,5 %). Ils permettent d'obtenir de meilleures propriétés de granulation et de compression des comprimés et facilitent l'utilisation d'Ethocel dans les formulations de comprimés à diffusion progressive.

La taille moyenne des particules varie de 5- $15~\mu m$ à 30-60 μm .

Dow Europe, Bachtobelstrasse 3, CH-8810 Horgen, Suisse. Tél.: +41 (1) 728.2111. Fax: +41 (1) 728.3080.

DES GANTS MÉDICAUX EN CAOUTCHOUC DE SYNTHÈSE

Bayer AG a développé le Perbunan-N-Latex VT spécialement pour la production de gants chirurgicaux et médicaux et dans le but d'éviter les allergies aux articles en latex naturel qui se sont multipliées ces dernières années (selon des statistiques, environ 10 % du personnel hospitalier seraient touchés).

Le Perbunan-N-Latext VT est donc une alternative idéale au latex naturel. Ce produit synthétique est un copolymère fabriqué à partir de butadiène et d'acrylonitrile. Après vulcanisation, le matériau présente une résistance à l'usure et aux produits chimiques agressifs supérieure à celle du latex naturel. Il se caractérise, en outre, par une excellente résistance à l'allongement et au vieillissement. Sa composition satisfait également les critères de qualité de la Food and Drug Administration (FDA) américaine.

Bayer AG, Konzernzentrale
 Öffentlichkeitsarbeit, D-51368 Leverkusen,
 Allemagne. Tél.: +49 (214) 301.
 Fax: +49 (214) 30 89 23.

Adhésí On

Demande d'adhésion à la SFC

Formulair e à renvoyer à

Fax.

Société Française de Chimie

250, rue St Jacques, 75005 Paris, Tél. 01.40.46.71.60.

01.40.46.71.61.

ode postal	Vil	le			
Maya	l da wa faina na	wrante en beelle	tia diadhtainn à la C	a slátá Francolos	da Chimia
ivierc	de me faire pa	rvenir un buile	tin d'adhésion à la S	ociete Française	de Chimie.
	x .	_le			
	À				

Bulletin d'abonnement

L'Actualité Chimique

Tarifs 1996 7 numéros par an L'Actualité Chimique

	France	Export		
Particuliers	1050 FF	1260 FF		
Étudiants*	420 FF	630 FF	*	Joindre une photocopie de la carte étudiant
Membres de la SFC**	Tarif pré	férentiel	**	Contacter directement la SFC
Vom	1		Prénor	n
Adresse				
Code postal	Ville_			Pays
☐ Je désir	re m'abonner pou	ır 1996		
☐ Je désir	re recevoir une fa	cture pro-form	na	
Paieme	ent joint			
□ Veuille	z débiter la somn	ne sur ma carte	de cr	édit (Visa, Eurocard, Mastercard)
N° -		1111	Ш	11
Dat	e d'expiration		Sigr	nature

À retourner
à votre || brairie spécialisée
ou à Denod Gauthier-Villars,
SPES - Service des Périodiques
5 rue Leromiguière
75005 baris
France



Activités de la Société Française de Chimie

PRIX 1996 Grands Prix

Prix Le Bel

Le prix LeBel a été attribué à Jean Villieras. Jean Vi Ilieras est directeur de recherche (DR1) et responsable à l'université de Nantes de l'URA 475 Hétérochimie organique, organoéléments et matériaux.

Ingénieur ENSCP, il se veut avant tout l'élève pour ne pas dire l'héritier du Pr Henri Normant, chez qui il a fait une thèse particulièrement novatrice (1967).

Constamment à la recherche de nouveaux réactifs ou de nouvelles méthodologies, Jean Villieras est avant tout un chimiste de synthèse, ne se contentant pas de montrer la faisabilité d'une réaction, mais l'étudiant, l'exploitant jusqu'à la rendre véritablement applicable et utilisable à l'échelle préparative compte tenu des enjeux actuels (grande sélectivité, compatibilité avec Jes impératifs économiques ou écologiques), Les résultats qu'il a récemment obtenus dan s la chimie des carbanions en milieu faiblement basique sont particulièrement significatifs. On vietrouve ce sens de la rigueur dans les travaux conduisant à la synthèse de molécules posséciant des propriétés antinéoplasiques (méthylène lactames, polyprénylhydroquinones) : la retherche de méthodologies facilement adaptables à la préparation d'analogues et des tests systématiques d'activité biologique et de toxicité effectués au SMAB de la faculté de pharmacie de Nantes.

A côté de son travail de chercheur, il prend une part active à la vie de la communauté

scientifique : dans son université et sa région où il s'implique dans l'enseignement et contribue largement à structurer les formations et l'école doctorale chimie fine (Nantes, Angers, Le Mans); à l'échelon national par sa participation à divers organismes d'expertise et d'évaluation de la recherche.

Prix Sue

Le prix Sue 1996 a été attribué à Louis Cot. Il est remis au lauréat à l'occasion de la Journée de la division Chimie du solide, le 5 septembre, à l'ENSCP.

Louis Cot a soutenu sa thèse d'état en 1966. Il l'a préparée dans le laboratoire de chimie du solide de l'université de Montpellier (Pr Maurin). Entré au CNRS, il a été nommé maître de recherches et est ensuite passé dans l'enseignement à l'École Nationale Supérieure de Chimie de Montpellier où il a été nommé professeur en 1975. Il est maintenant à la classe exceptionnelle.

L'activité scientifique de Louis Cot se caractérise par une grande mobilité thématique. Dans chaque domaine, il a fait preuve d'originalité et ses travaux sortent nettement des sentiers battus.

Il a créé un domaine de recherche tout à fait original sur les membranes minérales. C'est aussi l'un des principaux acteurs du développement des procédés sol-gel. Dans ce cadre, il a montré qu'il était possible de contrôler les réactions d'hydrolyse-condensation en réalisant ces réactions en milieu micellaire inverse. Les membranes d'ultrafiltration qu'il a réalisées sont à la base de nombreuses applications industrielles. Il a été l'initiateur de la création du pôle technologique « membranes » par la région Languedoc-Roussillon et du Laboratoire des matériaux et procédés membranaires (UMR 9987) dont il est actuellement le directeur.

Son action scientifique dépasse largement le cadre régional et même national. Il joue un rôle international de tout premier plan. C'est en particulier lui qui a initié, puis organisé, les deux premières conférences internationales sur les membranes inorganiques qui se sont tenues à Montpellier en 1989 et 1991. La suivante a eu lieu à Boston en 1994. Ses travaux ont conduit au dépôt de 16 brevets.

PRIX 1996 Prix des divisions

Division Catalyse : Éric Monflier

Le prix a été attribué à Éric Monflier, professeur à Lens (université d'Artois) et chercheur au Laboratoire de catalyse hétérogène et homogène de l'ENSC de Lille.

Eric Monflier a produit, dans le domaine de la catalyse par les métaux de transition appliquée à la synthèse organique, un travail scientifique d'une ampleur remarquable en l'espace de sept ans et marqué par le dépôt de 7 brevets.

Division Chimie de coordination : Jean-Marc Latour

Le prix a été attribué à Jean-Marc Latour, ingénieur de l'École Nationale Supérieure de Chimie de Toulouse et docteur ès sciences, qui est responsable du service de chimie inorganique et biologique implanté au département de recherche fondamentale sur la matière condensée du CEA-Grenoble. Il anime un groupe de recherche sur les protéines à manganèse et à fer non hémique et leurs modèles chimiques qui combine des approches chimiques, physiques et biochimiques pour étudier la structure et la fonction de métalloprotéines.

Division Chimie organique: Joël Moreau

Le prix a été attribué à Joël Moreau, professeur à l'École Supérieure de Chimie de Montpellier. Auparavant, il a exercé son activité au laboratoire de R. Corriu (Montpellier) en tant que directeur de recherche.

Bien que ses travaux aient comme point commun le silicium, il a montré une très large ouverture d'esprit en abordant l'aspect

SFC 97

Congrès de la Société Française de chimie

> 7 - 12 septembre 1997 **BORDEAUX**

Príx Dina Surdin 1996 : Pa⊈l Cruciani

Leprix Dina Surdin a été attribué à Paul Cruciani, ingénieur ENSSPICAM. La thèse du lauréat, intitulée : Étude de la Conta ène réaction catalysée par les complexes du cobalt (I), a été préparée sous la direction de Max Malacria.

P. Cruciani travaille actuellement au CRIT de Rhône-Poulenc, à Décines.

synthèse organique, l'aspect synthèse organométal·lique et enfin l'aspect matériaux moléculaires et macromoléculaires.

Le prix de thèse de la division chimie organique a été attribué à Gilles Alcaraz (Laboratoire de chimie de coordination) pour sa thèse sur les « Espèces déficientes en électrons et cycles tendus α-phosphorés ». Ce travail a donné lieu à huit publications.

Division Chimie physique : Mireil le Blanchard-Desce

Le prix a été attribué à Mireille Blanchard-Desce, chargée de recherche à l'École Normale Supérieure de Paris.

Mireille Blanchard-Desce a développé une thématique personnelle concernant l'élaboration de chromophores organiques pour l'optique non linéaire. Ses travaux actuels portent sur l'élaboration de systèmes moléculaires susceptibles de présenter un transfert de charge intramoléculaire à longue distance.

Division Chimie du solide : Dominique Massiot

Le prix de la division a été attribué à Dominique Massiot chargé de recherche au Centre de Recherches sur la Physique des Hautes Températures (UPR 4212) à Orléans.

Les gravaux de Dominique Massiot se concretisent sur quatre plans complémentaires

Prixde thèse Sigma-Aldrich : Patrick Gamez

Le prix de thèse Sigma-Aldrich a été attribus à Patrick Gamez du laboratoire de Marc Lemaire (IRC, Lyon I), actuellement en st age postdoctoral au Max Planck Institut (Laboratoire de A. Fürstner) à Mulheim (Allemagne).

Dienis sa thèse, P. Gamez a étudié de nouv_{etu}x catalyseurs hétérogènes énantioséle⇔tijs.

illustrant l'utilisation de la spectrométrie RMN, à haute température ou haute résolution solide, pour caractériser la structure et la dynamique de matériaux oxydes solides et liquides et aborder l'étude de la transition liquide solide dans ces systèmes.

Division Matériaux polymères et élastomères : Jean-Louis Viovy

Le prix a été attribué à Jean-Louis Viovy, coordinateur d'un projet européen RTD, visant au développement de méthodes rapides de diagnostic génétique, de cartographie et de séquençage du génome. Il a récemment rejoint le Laboratoire de physico-chimie (UMR CNRS 168) de la section de recherche de l'Institut Curie à Paris, où il continue son programme de recherche sur l'électrophorèse, et s'intéresse plus généralement à la physico-chimie de l'ADN et aux implications biologiques de celle-ci.

Commission interdivisions Enseignement : Yves Jean et François Volatron

Le prix de la commission a été attribué à Yves Jean et à François Volatron pour leur ouvrage Atomistique et liaison chimique: cours et exercices corrigés (Ediscience), où ils présentent le sujet aux étudiants de 1er cycle universitaire à partir de la démarche de Roald Hoffmann (prix Nobel).

Yves Jean est professeur à l'université de Paris-Sud (Orsay) et François Volatron est directeur de recherche au CNRS; il enseigne à l'ESPCI.

Chimie de coordination

JOURNÉES DE LA DIVISION

Paris, 11-12 décembre 1996

Les prochaines Journées de la division auront lieu à l'École Nationale Supérieure de Chimie (11, rue Pierre et Marie Curie, 75005 Paris)

Initialement prévues les 12 et 13 décembre, ces journées se tiendront les 11 et 12 décembre pour des problèmes de disponibilité de locaux.

 Renseignements: R. Guilard, Université de Bourgogne, Laboratoire d'ingénierie moléculaire pour la séparation et les applications des gaz, LIMSAG (UMR 5633), Faculté des sciences Gabriel, 6, bd Gabriel, 21100 Dijon.
 Tél.: 80.39.61.11. Fax: 80.39.61.17.

E.mail: rguilard@satie.u-bourgogne.fr

Olvision Chimie organique

JOURNÉE DE LA DIVISION

Paris, 10 décembre 1996

Cette journée se déroulera à l'École Nationale Supérieure de Chimie de Paris (11, rue P. et M. Curie, 75005 Paris). Au programme :

9 h 30, B. Cazes (université de Lyon) : *Réaction de Pauson Khand en série allénique*.

10 h 15, H. Kagan (université Paris-Sud) : L'oxydation asymétrique des sulfures en sulfoxydes : de la réaction stoechiométrique à la voie catalytique.

11 h 30, T.Y. Luh (National Taiwan University): Synthetic applications of the dithio-acetal functionality.

14 h 30, remise du prix Dina Surdin, P. Cruciani: Étude de la Conia ène réaction catalysée par les complexes du cobalt (I). Approches diastéréosélectives des squelettes de base des kauranes et phyllocladanes.

15 h, J. Moreau (École Nationale Supérieure de Chimie de Montpellier): *Hybrides organominéraux*: *chimie moléculaire pour le design du solide*.

16 h 15, conférence SFC-Rhône Poulenc-Rorer: A.J. Meyers (Colorado State University): Routes to enantiopure heterocycles and carbocycles via chiral lactam templates.

Rensiegnements: Christine Greck, ENSCP,
 11, rue P. et M. Curie, 75231 Paris Cedex 05.
 Tél.: (1) 44.27.67.42. Fax: (1) 44.07.10.62.

CONFÉRENCES 1996 SFC-RHONE-POULENC-RORER : A.I. MEYERS

Grâce au soutien financier de la société Rhône-Poulenc-Rorer, le professeur A.I. Meyers (Colorado State University, Fort Collins, États-Unis) présentera les conférences suivantes :

- Conférence 1 : Asymmetric total synthesis of natural products.
- Conférence 2 : Route to enantiopure heterocycles and carbocycles via chiral lactam templates.
- Lundi 9 décembre, à 10 heures : conférence
 1, université de Bordeaux I, amphithéâtre
 Kästler (351, cours de la Libération, 33405
 Talence).
- Mardi 10 décembre, à 16 heures 15 : conférence 2, dans le cadre de la Journée de la division Chimie organique, École Nationale Supérieure de Chimie de Paris, amphithéâtre

Friedel (11, rue Pierre et Marie Curie, 75231 Paris Cedex 05).

- Jeudi 12 décembre, à 15 heures 30, conférence 2, université Claude Bernard, Lyon I, amphithéâtre Lavoisier (campus de la Doua, 43, rue du 11-Novembre 1918, 69622 Villeurbanne Cedex).
- Renseignements: Christine Greck, ENSCP, 11, rue P. et M. Curie, 75231 Paris Cedex 05. Tél.: (1) 44.27.67.42. Fax: (1) 44.07.10.62.

DIVISION Chimie physique

CHIMIE INFORMATIQUE ET LE MONDE DU VIVANT

Chambéry, 20-24 avril 1998

La division organise un colloque international de bio-informatique sur le thème de la chimie informatique et du monde vivant : de la séquence à la fonction.

Le programme définitif est arrêté et la première circulaire sera diffusée avant la fin de l'année en cours. Le comité d'organisation français s'est réuni à plusieurs reprises, il sera complété prochainement par quelques personnalités étrangères.

Ce thème a été choisi, car les résultats des projets d'analyse des génomes complets vont conduire à une vraie révolution scientifique au début du XXIe siècle. Le congrès définira le rôle de la chimie informatique dans cette révolution : comment le calcul numérique permettra de comprendre l'organisation des séquences génétiques, leur traduction en structure moléculaire et leur fonctionnement et interactions.

• Renseignements: SFC - Division Chimie physique, Laboratoire de chimie physique, 11, rue Pierre et Marie Curie, 75005 Paris. Tél.: (1) 44.27.62.70. Fax: (1) 44.27.62.26.

DIVISION Matériaux polymères et élastomères

COLLOQUE NATIONAL GFP

Mulhou se, 19-21 novembre 1996

Le colloque national du GFP/division Matériaux poly mères et élastomères de la SFC a pour titre les polymères : surfaces, interfaces et multima tériaux.

Thèmes: 1. Phénomènes de surface et d'interface (adsorption, mouillage, adhésion, tribologie, renforcement, traitement de surface...).

- 2. Systèmes dispersés (colloïdes, émulsions, latex...).
- 3. Polymères aux interfaces (agents de couplage, connecteurs, copolymères...).
- 4. Multimatériaux (mélanges de polymères, assemblages, revêtements, polymères chargés, composites, textiles, biomatériaux...).
- 5. Aspects généraux des polymères et de la polymérisation.
- Renseignements : P. Dumas. Institut de Chimie des Surfaces et Interfaces, 15, rue Starcky, BP 2488, 68057 Mulhouse Cedex. Tél.: 89.60.87.97. Fax: 89.60.87.99. E.mail: P. Dumas@univ-mulhouse.fr

DIVISION Chimie du solide

JOURNÉES 96

Les Journées de chimie du solide 96 ont eu lieu à Paris (ENSCP) du 4 au 6 septembre 1996.

Organisées conjointement par le Laboratoire des matériaux inorganiques (URA 1466) et par le Laboratoire de cristallochimie du solide (URA 1388), elles ont regroupé 280 chimistes du solide qui ont présenté 75 communications orales et 114 posters.

Les quatre conférences plénières ont été présentées par nos collègues de chimie du solide qui venaient de recevoir des distinctions particulières : Roger Marchand (lauréat de l'Académie des sciences), Tanguy Rouxel (médaille de bronze du CNRS), Louis Cot (prix Pierre Sue de la SFC) et Dominique Massiot (prix de la division Chimie du solide).

SECTION Bourgogne -Franche-Comté

RÉUNION D'AUTOMNE

Vonges, 15 novembre 1996

La section organise sur le site industriel Nobel-SNPE de Vonges (21), une demi-journée, à laquelle sont également conviés les jeunes docteurs de l'ADCUB de Dijon.

Cette réunion débutera à 14 heures par la visite de l'usine et se terminera par une réunion des adhérents.

- B. Brunie, délégué à l'emploi et à la formation à la SFC, y présentera la bourse de l'emploi de la SFC.
- Renseignements : Joël Vebrei, Université de Franche-Comté, IUT, département Chimie, 30. avenue de l'Observatoire, 25009 Besançon Cedex. Tél.: 81.66.68.59. Fax: 81.66.68.58.

SECTIONS Aquitaine Languedoc -Roussillon Midi-Pyrénées

6e JOURNÉE GRAND SUD-OUEST

Perpignan, 29 novembre 1996

- 8 h, accueil des participants.
- 9 h, allocution d'ouverture.
- 9 h 30, sessions de communications orales (ateliers 1 à 5).
- 11 h 45, conférence plénière : Chimie combinatoire et synthèse chimique rapide, par André Tartar (Institut Pasteur, Lille).
- 13 h, repas.
- 14 h, sessions de communications par
- 15 h 30, sessions de communications orales (ateliers 1 à 5).
- 17 h, clôture.

Les thèmes des ateliers (14 communications par atelier) des sessions de communications orales sont les suivants : chimie organométallique et hétérochimie, chimie de coordination et catalyse, chimie du solide et matériaux, chimie organique, et biomolécules.

Renseignements : Roger Escale, Faculté de pharmacie, bât. D., 15, av. Charles Flahault, 34060 Montpellier Cedex. Tél.: 67.04.53.30. Fax: 67.52.81.07. Inscriptions : Centre de Phytopharmacie, av. de Villeneuve, 66860 Perpignan Cedex.

SECTIONS Limousin Poitou -**Charentes** -**Touraine**

RÉUNION ANNUELLE DE LA **SECTION**

Poitiers, 4 décembre 1996

La réunion est prévue le mercredi 4 décembre sur le thème chimie organique, interf≈e avec la biochimie.

Les conférenciers appartenant aux universités de Limoges, Poitiers, Tours et les industriels de ces régions feront le point des études en cours.

 Renseignements: Jean Jarrige, Faculté des sciences, Laboratoire de céramiques no₄velles, 123, avenue A. Thomas, 87060 Limoges Cedex. Tél.: 55.45.75.53. Fax: 55.45.75.86.

Normandie (Basse) - Sarthe

SÉMINAIRES DE CHIMIE ORGANIQUE

Caen, novembre-décembre 1996

Ces conférences (université - ISMRA) sont organisées par la Société Française de Chimie, l'École doctorale normande chimie-biologie et le DEA de chimie organique. Elles ont lieu dans la salle A 222 de l'ISMRA, le vendredi à 11 h 15.

- 8 novembre, Colette Demuynck (université de Clermont-Ferrand): titre non parvenu.
- 15 novembre, Pierre Audebert (université de Franche-Comté, Besançon) : Réactivité électrochirnique et polymérisation d'oligopyrroles et de complexes métalliques du type salène.
- 6 décembre, Waldemar Adam (université de Würzburg, Allemagne): Selective oxidations with dioxiranes.
- 13 décembre, Tien-Yau Luh (université de Taipei, Taiwan): Synthetic applications of the dithioacetal functionality.
- Ren seignements: Patrick Metzner.
 Tél.: 31.45.28.85.
 Internet: metzner@unicaen.fr
 MatrieClaire Lasne.
 Tél.: 31.45.28.92. Internet: lasne@unicaen.fr

GROUPE Formulation

PUBLICATIONS

• Le volume 5 des Cahiers de formulation, centré sur les paramètres de solubilités, comme outils d'aide à la formulation, est dispon ible. Il regroupe les textes des conférences présentées au cours de la journée scientifique d₁9 septembre 1994.

- Publication d'une première réalisation visant à constituer un glossaire des notions couramment utilisées en formulation.
- Renseignements: Gilles Tersac, École Centrale de Paris, Grande-Voie-des-Vignes, 92295 Châtenay-Malabry Cedex. Tél.: (1) 41.13.11.91.

JOURNÉES DE FORMATION SUR LES CRITÈRES DE CHOIX DES TENSIOACTIFS EN FORMULATION

Paris, 12-13 décembre 1996

La commission formation du groupe organise des journées pédagogiques au cours desquelles les enseignants et les industriels concernés par la formulation viennent s'informer sur des thèmes spécifiques. Les journées 96 sont axées sur les critères de choix des tensioactifs en formulation.

Des enseignants et des industriels ont été sollicités pour animer ces journées qui comprennent des exposés didactiques, des exposés plus spécifiques concernant l'application à la détergence, à l'industrie cosmétique, textile, pétrolière, agro-alimentaire, phytosanitaire. Après chaque exposé, un temps sera réservé aux questions.

Par ailleurs, pour la première fois cette année, un certain nombre de doctorants exposeront leurs travaux récents en formulation. Les candidatures sont à envoyer à E. Nakache ou J.-P. Canselier.

Les journées auront lieu les 12 et 13 décembre à Paris à partir de 9 heures.

Le lieu exact de la réunion sera communiqué ultérieurement.

 Renseignements: Évelyne Nakache, ISMRA, URA 480 CNRS, Polymères et interfaces, 14050 Caen Cedex. Tél.: 31.45.28.42.
 Fax: 31.45.28.77.
 Ou Jean-Paul Canselier, INP-ENSIGC, 18, chemin de la Loge, 31078 Toulouse Cedex.

Tél.: 62.25.23.31. Fax: 62.25.23.18. Inscriptions: Progep, 18, chemin de la Loge, 31078 Toulouse Cedex.

Tél.: 62.25.23.80. Fax: (05) 62.25.23.18.

BSCF

PRIX DU BSCF

Deux prix seront décernés par le *Bulletin de la Société Chimique de France*, avec le soutien financier de la SFC :

- un prix pour le meilleur article,
- et (nouveau), un prix pour récompenser le meilleur article de l'année réalisé par un jeune chercheur ou une équipe de jeunes chercheurs.

Chaque prix sera doté d'une somme de 5 000 F. Les attributions seront effectuées sur proposition des membres du conseil scientifique.

PLIS CACHETÉS

La SFC a reçu les plis cachetés suivants (*droits de garde 80 F par pli cacheté déposé*):

– Le 14 mai 1996, de Nathalie Durand, Rhône-Poulenc Informatique (L-96029), sous le n° 306, et (L-96030), sous le n° 307.

- Le 24 juin 1996, de Mme N. Guennouni,
 Rhône-Poulenc Chimie, sous le n° 308.
- Le 24 juillet 1996, de M. Cristina Cano de Andrade, V. Ratovelomanana-Vidal, J.-C. Henry, P. Guerreiro, J.-P. Genet, sous le n° 309.
 Le 5 septembre 1996, de M. Karstens Ties (Rhône-Poulenc Rhodia AG), enregistré sous le numéro 310.

L'ACTUALITÉ CHIMIQUE

SOMMAIRE DU NUMÉRO AOUT-SEPTEMBRE 1996

Éditorial

Recherche-industrie : vers un nouveau partenariat, par G. Montel

Recherche

Réalisation et observation de tranches minces de neige humide par trempe, par J.-B. Brzoska, C. Coléou, B. Lesaffre

Conférence européenne sur la recherche en chimie des clusters métalliques, compte rendu établi par A. Simon, E. Samuel

Hygiène-sécurité

Les sorbonnes de laboratoire. Considérations générales, par J.-C. Cornu, M. Gaillardin

Enseignement

De la leçon de choses à la physique théorique, par R. Balian

Les classes préparatoires, filière physique et chimie : programme de chimie de la 2e année

Épreuves sélectionnées des Olympiades nationales de la chimie. Chapitre 6 : Médicaments (A - Questionnaire)

Documentation pédagogique n° 9 : Chlorure de vinyle

Histoire de la chimie

Chimie-Paris a cent ans, par B. Trémillon Léon Hulin (1861-1939): un pionnier de l'industrie électrolytique française, par G. Delaunay.

LA SFC CRÉE UN NOUVEAU SERVICE POUR SES MEMBRES...

Bourse de l'emploi sur Internet

La Société Française de Chimie a créé une bourse de l'emploi, ouverte à tous ses adhérents. Pour bénéficier de ce service, il convient de nous faire parvenir un CV détaillé, accompagné d'un formulaire de demande d'emploi disponible au siège et dans les sections régionales pour la province. Ces informations seront diffusées sur notre serveur Internet (htpp://www.sfc.fr) Par ailleurs, B. Brunie, délégué à l'emploi et à la formation, est à la disposition de ceux qui le désirent pour s'entretenir avec eux de leur recherche d'emploi.

... ET OBTIENT DES CONDITIONS AVANTAGEUSES POUR SES MEMBRES

Réduction sur Air Inter Europe pour tous les membres

En tant que membre de la SFC, vous pouvez bénéficier de conditions spéciales négociées avec Air Inter Europe sur la carte Évasion Air Inter Europe à dater du 27 octobre 1996.

Cette carte, valable (un an/nombre de voya ges illimité) est proposée au prix de 800 F aux adhérents de la SFC, au lieu de 1 000 F prix public. Ainsi:

- du lundi au jeudi soir, avec une réservation en classe M par exemple, un aller simple Paris-Lyon vous sera proposé à 575 F (tarif blanc) et un Paris-Marseille à 560 F (tarif blanc),
- du vendredi au dimanche, avec une réservation en classe K, un tarif plus attractif est proposé sur l'ensemble des vols du réseau Air Inter Europe avec un nombre plus important de sièges offerts. Par exemple, un aller simple Paris-Lyon

est proposé à 370 F (tarif bleu) et un aller simple Paris-Marseille à 425 F (tarif bleu).

D'autres avantages sont liés à cette formule Évasion:

- accès au programme Fréquence plus du groupe Air France;
- réduction de 10 % sur les locations de voitures Hertz:
- réduction sur de nombreux hôtels de toutes catégories.
- · Pour souscrire à cette formule Air Inter Europe, contactez: Air Inter Europe, Terminal Invalides, Esplanade des Invalides, 75007 Paris. Tél.: 01.45.51.11.82. Fax: 01.45.51.01.78.
- La SFC tient à votre disposition des formulaires d'inscription sur simple demande à Mme Colliot ou à Mme Lavergne. Tél.: 01.40.46.71.60. Fax: 01.40.46.71.61.

Conditions offertes par la Société Générale aux jeunes sociétaires

La Société Générale offre des conditions particulières à tous les membres des clubs de jeunes de la SFC :

- La carte Visa gratuite la 1re année.
- La carte Bleue demi-tarif jusqu'à 25 ans.
- Un prêt étudiant (jusqu'à 140 000 F) d'une durée pouvant atteindre 7 ans, y compris la possibilité d'une période de franchise partielle de 4 ans maximum. Ces prêts étudiants sont assortis de taux particulièrement intéressants, en fonction du niveau d'études du demandeur.
- Pour les étudiants adhérents à la mutuelle étudiante Smerep (Paris) ou équivalente (province) :
 - une facilité de trésorerie de 3 000 F sans intérêt,
 - un abonnement gratuit de trois mois au service télématique Logitel,
 - une réduction sur le prix Quiétis, assurance couvrant le vol et la perte de leurs moyens de paiement.
- S'adresser à une agence de la Société Générale. En cas de difficultés avec votre agence, contactez notre service comptable.

Réduction sur vos achats de livres scientifiques

Les membres de la SFC pourront, sur présentation de leur carte d'adhérent, bénéficier de réductions pour l'achat de livres scientifiques :

- réd uction de 5 % sur les ouvrages français,
- réduction de 10 % sur les ouvrages étrangers.
- Offili b. 48, rue Gay-Lussac, 75240 Paris Cedex 05. Tél.: 01.43.29.21.32. Fax: 01.43.29.91.67.

Tari ₹ préférentiel
d'ab•onnement à
L'Actualité Chimique
pour les membres
de la SFC

Formulaire à renvoyer à la Société Française de Chimie

250, ⊢ue St Jacques, 75005 Paris, T⊚∥.: 01.40.46.71.60.

Fa_X: 01.40.46.71.61. E. mail: sfc@idf.ext.jussieu.fr

		Prénom
Adresse		
Code posta	ılVille	
Sociét	aires en activités	525 F
	aires (jeunes, retraités, professeu ro de sociétaire :	rs du secondaire) 265 F
Δ	le	Signature

Manifestations

Novembre -decembre 1996 Séminaíres du service des molécules marquées Saclay

Organis és par le SMM du département de biologie cellulaire et moléculaire du Centre d'Études Nucléaires de Saclay, ces séminaires se tiendront dans la bibliothèque du bâtiment 547 du CEN-Saclay, à l 1 h.

- 12 no vembre 1996 : Synthèse, réactivité et activité biologique de composés à structur€
- 1,4-benzodioxiniques, par G. Coudert (Laboratoire de chimie bioorganique analytique associé CNRS, Oıléans).
- 17 décembre 1996 : Applications des carbénoïdes halogén és en synthèse organique, par J. Villieras (université de Nantes, CNRS URA 475).
- Pour assister à ces séminaires, se mettre en rapport avec le secrétariat SMM. Tél.: (1) 69,08.52.55.

Novembre-décembre 1996 Séminaires Biocis

Châtenay- Malabry

Les séminaires se tiendront, à 10 h 30, dans la salle des thèses, de la faculé de pharmacie :

- 7 novembre, Jean-Charles Quirion (CNRS, Paris V): Alkylationdiastéréosélective de lactames. Application à la synthèse asymétrique de produits biologiquement actifs.
- 21 novembre, Jean-Claude Jacquesy (université de Poitiers) : Nouvelles réactions d'oxydation par les cations chloromethyles en milieu superaci de ou par l'iode hyperval ent. Application à la synthèse de dérivés fluorés.
- 5 décembre, Jean-Marie Beau (Paris-XI Orsay): Sucres, samarium livalent et mycobac téries.

Renseignements: Danièle Bonnet-Delpon, Biocis, Tél.: (1) 46.83.57.39. Fax: (1) 46.83.57.40.

2-6 décembre 1996 Mesucora 96

Paris-Nord

Au programme des conférences de la 13e exposition Mesucora:

- 3 décembre 1996, Journée Interchimie: Les sûretés de fonctionnement dans les industries chimiques et nucléaires.
- 4 décembre 1996, Journée Systèmes numériques de contrôle commande: L'efficacité de l'interface homme/machine.
- 5 décembre 1996 (matin) : L'avenir de la métrologie au XXIe siècle (présentation du rapport officiel du Comité des Applications de l'Académie des Sciences).
- 5 décembre 1996 (aprèsmidi), Carrefour de l'industrie : Vers une maîtrise de la performance industrielle.
- Renseignements: Mesucora, 55, quai Alphonse Le Gallo, BP 317, 92107 Boulogne Cedex. Tél.: 49.09.61.51

9-13 décembre 1996 École thématique du CNRS sur les matériaux complexes

Montpellier

Mieux connaître les matériaux complexes et analyses expérimentales et théoriques sont les deux thèmes retenus pour cette école thématique :

- Calcul de la structure électronique de matériaux complexes (méthodes semiempiriques (liaisons fortes et Hückel), structure de bandes, densité d'états, charges).
- Caractérisation expérimentale (effet Mössbauer, absorption X, photoémission).
- Analyse qualitative et semiquantitative (analyses et

traitements, comparaisons avec le calcul).

Renseignements : J.-C. Jumas, J. Olivier-Fourcade. Tél.: 67.54.17.80. Fax: 67.14.42.90.

E.mail: jumas@crit.univ-montp2.fr

10-11 décembre 1996 Chem'Elec 96 Paris-La-Défense

Des informations sur les applications des techniques électriques les plus performantes et innovantes en chimie fine et chimie de base seront apportées.

 Renseignements: Service Congrès, Tél.: (1) 41,26,57,37. Fax: (1) 41.26.57.57.

19-20 décembre 1996 Symposium francochinois de chimie organique et organométallique Strasbourg

Il fait suite au premier symposium tenu à Tapei en mai 95. Une délégation d'une vingtaine de chimistes chinois viendra en France, dont le professeur Yuan Lee (Prix Nobel). Deux conférences de 45 min seront présentées par les professeurs Y. Lee et J.-M.

Des conférences de 30 min données sont prévues (ainsi qu'une séance d'affiches).

- Yuan T. Lee: Réactions of carbon atoms with simple unsaturated hydrocarbons.
- Chien-Hong Cheng: Addition reactions of 1,3-dienes mediated by nickel complexes.
- Rai-Shung Liu: Tungsten alkynyl and propargyl compounds for organic synthesis.
- Chin-Kang Sha: α- Carbonyl radical cyclization: application to the total synthesis of natural products.
- Jwu-Ting Chen : Metal η-3propargyl mediated C-C bond formation.

- Yeun-Min Tsai: Silicon and tin promoted radical cyclization in organic synthesis.
- Jih-Ru Reuben Hwu: New silicon-controlled organic reactions.
- Kuang-Lieh Lu: Isocyanide mediate C-H activation and C-C coupling reactions in triosmium clusters.
- Ming-Chang Peter Yeh: *Versatile reactivities of (diene)* tricarbonyliron complexes.
- Ji-Wang Chern: Novel quinazoline derivatives : synthesis pharmacological profiles and modeling.
- Cherng-Chyi Tseng: Synthesis of antiplatelet α -methylene- γ -butyrolactones.
- B. Chaudret, Laboratoire de chimie de coordination. Toulouse.
- T. W. Ebbesen, Isis, Strasbourg.
- J-P. Genet, ENSCP, Paris.
- A. Green, université Joseph Fourier, Grenoble,
- M.-W. Hosseini, faculté de chimie, université Louis-Pasteur, Strasbourg.
- J.-M. Lehn, faculté de chimie, université Louis-Pasteur, Strasbourg.
- A. Mortreux, Laboratoire de catalyse hétérogène et homogène, ENSC Lille, Villeneuve d'Ascq.
- M. Rohmer, faculté de chimie, université Louis-Pasteur, Strasbourg.
- J. Royer, Institut de Chimie des Substances Naturelles, CNRS, Gif-sur-Yvette.
- C.G. Wermuth, faculté de pharmacie, université Louis-Pasteur, Strasbourg.
- S. Zard, Laboratoire de synthèse organique, École polytechnique, Palaiseau.
- Renseignements: J.F. Bjellmann, Laboratoire de chimie organique biologique, Faculté de chimie, Université Louis Pasteur, 1, rue Blaise Pascal, 67008 Strasbourg Cedex. Tél.: 88.41.68.21. Fax: 88.41.15.24.

E.mail: jfb@chimie.u-strasbq.fr

- et cux des écoles : ESCPI, ESCOM, ENSCP Centrale Paris, ENCPB et École Normale Supérieure.

Les in scriptions se font dans tous les bureaux des élèves des universités ou écoles partici-

Les tois premiers tours s'effectueront au Labos cope et la finale dans le cadre du Palais de la Découverte. La remise des prix aux vainqueurs sera suivie d'une soirée de gala.

Le j'uly sera composé de professeurs appartenant à des laboratoires de recherche, tandis que le jury de la finale sera composé de personnalités du milieu scientifique.

Le défi est organisé par Laboscope, organisme Créé par Merck et Prolabo.

Lab oscope, 1, rue Le Goff, 75005 Paris. Tél. :(1) 44.32.03.32. Fax : (1) 44.32.03.45.

CNRS

J.-CL. BERNIER DIRECTEUR DU DÉPARTEMENT DES SCIENCES **CHIMIQUES**

Nous avons annoncé dans le précédent SFC Info la nomination de Jean-Claude Bernier, comme directeur du département des sciences chimiques du CNRS.

Chercheur et enseignant, Jean-Claude Bernier est un spécialiste des sciences des matériaux. Il a été, jusqu'en 1995, directeur de l'École Européenne des Hautes Études des Industries Chimiques de Strasbourg (EHICS) et a participé à la création de l'Institut de Physique et Chimie des Matériaux de Strasbourg (IPCMS), unité mixte CNRS/université Louis Pasteur/EHICS dont il devient directeur adjoint en 1988.

Très concerné par les questions de valorisation, il a été à l'origine, en 1986, de la création du Centre de recherche, d'innovation et de

Prixdu Salon du **Lab**øratoire

L'Association pour le Salon du laboratoire aganise, à l'occasion du Salon du laboratoire 1997, un concours qui récompens e un travail scientifique et/ou technique par la remise de 2 prix (date limite de récention des candidatures : 12 décembre 1995): prix biologie (30 000 F) et prix industrie (30 000 F).

S⇔løn du laboratoire, 39-41, rue Louis B 1 afc, Cedex 72, 92038 Paris-La-Défense. Tel.: 01.47.17.64.05. Fax: 01.47.17.64.81 transfert technologique (Critt Matériaux) inauguré en 1988 à Schiltigheim. Il en assure la direction scientifique à partir de cette date, jusqu'en 1991.

De 1990 à 1992, il anime, en tant que président du directoire, le Polytechnicum de Strasbourg, fédération strasbourgeoise regroupant 9 écoles d'ingénieurs et IUT. De 1992 à 1995, il préside le Pôle universitaire européen de cette ville et coordonne à ce titre, au niveau régional, le plan Université 2000. Administrateur provisoire de l'École d'Applications des Hauts Polymères (EAHP) de 1993 à 1995, il est, depuis cette date, administrateur de l'École Européenne de Chimie, Polymères et Matériaux de Strasbourg qui, à son instigation, résulte de la fusion de l'EHICS et de l'EAHP.

LETTRE DES SCIENCES CHIMIQUES

Sommaire du n° 57, mai-juin-juillet 1996

- Éditorial de Paul Rigny : Le financement des laboratoires de chimie
- · La tectonique moléculaire (E. Graf, F. Hajek, M.W. Hosseini, J.-M. Planeix, A. de Cian, N. Kyritsakas, J. Fischer)
- Enfin une échelle d'acidité de Brønsted pour les solides ? (Cl. Dorémieux-Morin, J. Fraissard)
- · Complexes cuivre (II)-nitroxydes à transition de spin (P. Rey, D. Luneau)
- Élaboration de matériaux carbonés à propriétés adsorbantes spécifiques (G. Furdin, D. Begin)
- Une famille d'oxoborates de terres rares et d'alcalino-terreux, nouveaux matériaux pour l'optique (G. Aka, A. Kahn Harari, D. Vivien)
- La catalyse hétérogène de polymérisation par ouverture de cycles oxygénés (Th. Hamaide, R. Spitz)
- · La formation d'une couche de passivation sur une anode de lithium (I. Nainville, J.-P. Badiali, A. Lemarchand).

UNION DES PHYSICIENS

BULLETIN DE L'UDP

Sommaire du n° 786 (juil/août/sept. 1996)

- · Histoire des sciences et enseignement scientifique (N. Hulin)
- Du phénakisticope au cinématographe (G. Borvon)
- Initiation à la pratique expérimentale en Deug: une expérience pédagogique en hydrodynamique (C. Allain, M. Cloître, C. Bétrencourt, P. Binétruy, J.-C. Deroche, P. Jenffer et E. Gouyon)

- Un exemple d'évaluation des nouveaux programmes (E. Saltiel et W. Kaminski)
- Modèles moléculaires et nouveaux programmes au lycée (J.-M. Boilevin, D. Davous et J. Thibault)
- · Le chauffe-biberon un outil de laboratoire (C. Rouleau)
- Symbolisation des matières plastiques pour emballage (A. Mathis)
- Fin de règne pour la liqueur de Fehling? (J.-F. Brazier)
- Manipuler en collège : détermination de g (N. Laverdet)
- Le point sur la réorganisation des filières technologiques à l'université (J.-P. Macrez)
- · Vers la création d'un service d'agrégé
- « doctorant » à l'université (J.-P. Macrez)
- Résultats de l'enquête sur l'enseignement de physique et chimie en classe de seconde.
- Les 44e Journées nationales de l'UDP.

CDIEC

APPLICATIONS PÉDAGOGIQUES DE L'ORDINATEUR EN CHIMIE

Le Centre Documentaire Informatique Enseignement Chimie (Cdiec) annonce la disponibilité du Catalogue inventaire des applications pédagogiques de l'ordinateur en chimie et en biochimie (édition 1996). Cet inventaire APO96 regroupe la description de 204 applications francophones.

Ce catalogue est diffusé uniquement sur disquette sous forme d'une base de données et d'un programme de consultation utilisable sur PC compatibles. Il est possible de se procurer cette disquette au Cdiec contre un carnet de timbres (tarif lettre en vigueur). Son envoi est gratuit pour l'étranger. Vous pouvez également obtenir ce catalogue par téléchargement (gratuit) du fichier compressé APO96.ZIP sur notre web (http://www.unice.fr/cdiec/). La consultation est possible directement sur ce web. Un programme de recherche par mot permet d'obtenir toutes les descriptions des applications contenant le mot pour lequel la recherche a été demandée. Ce mot peut être un titre, un nom, un mot clef, un nom d'éditeur, etc.

Cdiec, Université de Nice-Sophia Antipolis, 06108 Nice Cedex 2. Tél.: 92.07.61.23. Fax: 92.07.61.25. E.mail: rabine@unice.fr

Nouvelles coordonnées de la SFC

Tél.: 01.40.46.71.60. Fax: 01.40.46.71.61.

E.mail: sfc@idf.ext.jussieu.fr

Nouvelles d'ailleurs

LETTRE DU GOUVERNEMENT.

DES RÉPONSES POUR LES JEUNES

A l'occasion de la rentrée, et dans le prolongement du « sommet jeunes » et de la réforme du service national, le gouvernement a pris l'initiative d'éditer à 500 000 exemplaires un numéro spécial de la Lettre du Gouvernement : « Des réponses pour les

Diffusé tout début septembre notamment auprès des réseaux « Information jeunes », des réseaux associatifs et des services déconcentrés de l'État, ce document permettra aux 16-25 ans, età ceux qui constituent leur environnement proche, d'obtenir des réponses concrètes aux questions précises qu'ils se

- comment entrer dans la vie professionnelle?
- quels changements dans les lycées et universités ?
- comment être utiles aux autres dans le cadre du nouveau service national?
- comment mieux protéger sa santé?
- comment améliorer la vie quotidienne?
- comment voir l'avenir plus large?

Il s'agit d'un document vivant, illustré par de nombreux témoignages et informatif : pour chaque thème traité, un contact téléphonique et une adre sse sont proposés.

Enfin, ce document donne possibilité d'une expression libre et directe pour tous les jeunes qui veulent faire part de leurs réactions, idées ou projets grace à une « page réponse » détachable.

INSTITUT DE FRANCE

PRIX DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Parmi le s prix décernés par l'Académie des sciences, nous relevons:

- Prix de l'Institut Français du Pétrole
- Le prix e st décerné à Pierre Bothorel, qui a joué un role déterminant dans l'étude des microémul Sions et dans la découverte de leurs propriétés remarquables. Ces systèmes colloïdaux nouveaux ont ouvert un chapitre original de la chimie physique, important notamment

pour la récupération assistée du pétrole. Pierre Bothorel a en outre contribué à une compréhension physico-chimique fine des propriétés des membranes phospholipidiques. Son œuvre a donc des implications allant de la chimie physique fondamentale aux applications industrielles et aux cellules vivantes.

- Prix Grammaticakis-Neuman Le prix est décerné à Émile Bisagni, directeur de recherche au Centre National de la Recherche Scientifique à l'Institut Curie à Orsay, pour ses travaux sur la synthèse de molécules aromatiques polycycliques à activité biologique, notamment antitumorale.
- Prix Pierre Desnuelle Le prix est décerné à Pierre Sinaÿ, professeur à l'université Pierre et Marie Curie à Paris, pour ses travaux sur la chimie des sucres : nouvelles méthodes de synthèse et applications à la préparation de composés biologiquement actifs.
- Prix Paul Pascal Le prix est décerné à Jean-Pierre Launay, professeur à l'université Paul Sabatier à Toulouse, pour ses travaux sur des échanges d'électrons entre centres métalliques dans les composés de coordination polynucléaires.
- Prix Charles-Louis Saulses de Freycinet -Un prix est décerné à Claude Michel, professeur à l'université de Caen, au département des mesures physiques, pour ses travaux sur les nouveaux supraconducteurs à haute température critique, notamment dans les séries du thallium, du bismuth et des oxycarbonates.
- Prix Charles-Louis Saulses de Freycinet -Un prix est décerné à Jean-Pierre Doumerc, directeur de recherche au Centre National de la Recherche Scientifique à l'Institut de Chimie de la Matière Condensée de Bordeaux, pour ses travaux fondamentaux sur la relation entre liaison chimique et propriétés électroniques des solides.
- Prix Grammaticakis-Neuman Le prix est décerné à Jean-Claude Tabet, professeur à l'université Pierre et Marie Curie à Paris, pour ses travaux sur la détermination de la stéréochimie des molécules par spectrométrie de masse.
- Prix du docteur et de Madame Henri Labbé - Le prix est décerné à Jean Martinez, directeur de recherche au Centre National de la Recherche Scientifique à Montpellier, pour ses contributions importantes dans le domaine de la

chimie et de la biologie de peptides actifs sur plusieurs fonctions physiologiques impor-

- Prix Jean Reynaud Le prix est décerné à Gérard Jaouen, professeur à l'École Nationale Supérieure de Chimie de Paris, pour ses travaux fondamentaux et prometteurs d'applications dans le nouveau domaine de la bioorganométallique.
- Prix André Policart-Lacassagne Le prix est décerné à Marc Fontecave, professeur à l'université Joseph Fourier à Grenoble, pour ses travaux de recherches sur les ribonucléotides réductases anaérobies et végétales ainsi que sur la famille des flavines réductases. Il travaille aussi à la mise au point de complexes polynucléaires du fer qui oxydent les alcanes à la manière des méthanes monooxygénases.
- Médaille Berthelot La médaille est décernée à Pierre Sinaÿ, lauréat du Prix Pierre Desnuelle.

DÉFI DES GROSSES TÊTES DU QUARTIER LATIN

LE DÉFI 1996

Pour sa deuxième édition, le Défi des Grosses Têtes du Ouartier Latin se déroulera du 4 au 28 novembre 1996 et devrait rassembler plus de 1 000 étudiants.

Les concurrents, regroupés en équipes de trois étudiants, devront réaliser une manipulation de chimie, biologie ou physique, et répondre aux questions expérimentales relatives à cette manipulation.

Le défi comportera trois tours et une finale rassemblera les trois équipes les plus perfor-

Les perdants recevront à chaque étape un cadeau de compensation tandis que des gains numéraires seront remis aux finalistes et au bureau des élèves qui aura inscrit les vainqueurs.

Participent à ce défi :

- les étudiants des universités : Pierre et Marie Curie (Paris VI), Jussieu (BGA, ABP7), Orsay, Pharmacie (Paris V), Versailles, Cergy-Pontoise, IUT de Créteil;

Just published

A special issue of New Journal of Chemistry

NEW TRENDS IN CALIXARENES CHEMISTRY

Guest Editor: J. Vicens (Strasbourg, France) - Volume 20 - N°4/1996



CONTENTS

- New trends in calixarenes chemistry J. Vicens, Z. Asfari.
- MD simulations on ionophores at a water-chloroform interface. Part I. Calix[4]arenes uncomplexed and the 222 cryptand G. Wipff, E. Engler, P. Guilbaud, M. Lauterbach, L. Troxler, A. Varnek.
- Lead versus cadmium selectivity of ion selective electrodes based on thiophosphorylated calix[6]arene ionophores W. Wróblewski, Z. Brzózka, R.G. Janssen, W. Verboom, D.N. Reinhoudt.
- Synthesis and X-ray structure of a tris(trimethylsilyl)oxacalix[3]arene P.D. Hampton, C.E. Daitch, E.N. Duesler.
- Selective functionalization and preorganization of calix[8] arenes P. Neri, G.M.L. Consoli, F. Cunsolo, C. Geraci, M. Piattelli.
- Chemically modified calix[4]arenes as selective complexants for heavy metal ions: comparison with crowns and thiacrowns A.T. Yordanov, D.M. Roundhill.
 - Binding properties of calix[4]bis-crowns towards alkali cations -F. Arnaud-Neu, Z. Asfari, B. Souley, J. Vicens.
- Self-filled partial cone pyridinocalix[4] arenes S. Pappalardo.
- Spirodienone calixarene derivatives O. Aleksiuk, F. Grynszpan, A.M. Litwak, S.E. Biali.
- Adamantylcalix[4]arenes: design and synthesis V. Kovalev, E. Shokova, A. Khomich, Y. Luzikov.
- Long-chain alkyl ethers of p-nitro and p-aminocalixarenes R.A. Jakobi, V. Böhmer, C. Grüttner, D. Kraft, W. Vogt.

Editor-in-Chief
O. Eisenstein
(Montpellier, France)

Associate Editor for Europe
P. Braunstein
(Strasbourg, France)

Associate Editor for North AmericaC.L. Hill (Atlanta, USA)

Editorial Secretary
C. Lehman (Orsay, France)

$\boldsymbol{\cap}$	D	D		D	C4	\neg	D	A A
v	ĸ	v	С	ĸ	Г١	_	N	M

Please send me copy(ies) of NEW JOURNAL OF CHEMISTRY, Vol. 20, n°4/96 «New Trends in Calixarenes Chemistry» at the price of 330 FF each (France only 270 FF each).

- □ Please enter my subscription to NEW JOURNAL OF CHEMISTRY for 1996 at the rate of Institutions 3 030 FF (France only 2 500 FF) Individuals 1 300 FF (France only 980 FF).
- ☐ Payment enclosed by cheque
- \square Please charge my credit card (VISA/EUROCARD/MASTERCARD)

NameAddress

Country

Please send me a pro-forma invoice

You are Researcher Professor Librarian

Other

Field of activity

Affiliation University

INFORMATION ON INTERNET http://www.gauthier-villars.fr

□ Other

Gauthier-Villars abides to French law 78.17.