

N° 14
AVRIL
1969

 **Radome**

Revue d'information du C.N.E.T. - Lannion





Revue publiée par le
**CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS**
Route de Trégastel - **22-LANNION**

Directeur de la publication : M. L. -J. Libois
Directeur du CNET

Rédaction : Michel Tréheux
René Hautin (96) 38.25.37

avec la collaboration, pour ce numéro :
de Jean-Pierre Colin, Hervé Richardot, Claude Sallio,
André Villalbi, Michel Camus, Robert Jan.

Photos : Henri Jobin, Michel Le Gal, Daniel Réaudin
Ouest-France (pages 21 et 22)

Dessins
Jean-Louis Dumas

Notre couverture : spectrophotomètre d'absorption
atomique

S O M M A I R E

- Le centre de formation professionnelle technique des PTT 3
- Deux méthodes d'analyse utilisées au CNET-Lannion 5
 - la spectrophotométrie d'absorption atomique 7
 - la spectrométrie de masse 11
- Informations 15
- La brosserie 18
- Activités culturelles 21
- Sports 22
- Entre nous 23

Visite à Lannion de Monsieur FERRET commissaire à la rénovation rurale

On sait que depuis le début de l'année 1968 ont été créés des postes de commissaires régionaux chargés de coordonner les efforts des pouvoirs publics dans les zones ayant particulièrement besoin de reconversion. C'est ainsi qu'il existe une « zone de rénovation rurale », qui englobe la Bretagne et la Manche, et qui définit un cadre géographique à l'intérieur duquel il s'agit de rénover une activité qui était jusqu'ici essentiellement rurale.

M. Jacques Ferret, commissaire à la rénovation rurale, chargé de cette zone, a fait un voyage d'études dans le département des Côtes-du-Nord du 22 au 24 janvier 1969. Le 23 janvier il était à Lannion pour voir sur place les résultats des efforts entrepris pour industrialiser cette cité et sa région et les problèmes qui se posent pour la poursuite de ces efforts.

Outre la visite des installations du CNET et de celles de sociétés avoisinantes, une importante réunion de travail rassemblait ensuite autour de M. le Préfet des Côtes-du-Nord et de M. le Sous-Préfet de Lannion, les chefs d'établissements de la zone industrielle et les représentants du CNET. Cette réunion devait en particulier permettre de faire le point sur de nombreux problèmes liés au développement futur de la région de Lannion : liaisons aériennes, ferroviaires, routières et maritimes; problèmes de main-d'œuvre liés à la structure actuelle du personnel employé par les établissements lannionnais (déficit en emplois masculins); problèmes de formation qui lui sont propres en liaison avec les cours de promotion sociale du Lycée d'Etat de Lannion.

Plus particulièrement ont été évoqués les problèmes de la route Guingamp-Lannion et de la déviation Nord de Lannion. L'amélioration

du réseau routier local, souhaité par tous, devrait en particulier faciliter les déplacements quotidiens du personnel. Furent enfin évoqués les problèmes concernant l'implantation prochaine à Lannion du complexe d'enseignement groupant l'Institut Universitaire de Technologie et les cours techniques professionnels des PTT.

Photographiés à l'issue de leur réunion, les chefs d'établissements de la zone industrielle entourent M. Ferret et M. le Préfet des Côtes-du-Nord.



Bientôt à Lannion

Le centre de formation professionnelle technique des PTT

Voici déjà quelques mois était annoncée la création à Lannion d'un complexe d'enseignement des PTT dont le début des cours devrait se situer avant la fin de cette année. Pour renseigner au mieux les lecteurs de « Radome » sur ce futur centre d'enseignement nous avons demandé à M. J. Thurin, ingénieur en chef des télécommunications à la Direction des services d'enseignement, de nous présenter ce nouveau centre dans le cadre plus général des services d'enseignement de l'Administration des PTT.

La Direction des services d'enseignement (DSE) a pour mission d'assurer la formation du personnel de l'administration des PTT. Elle comprend quatre unités d'enseignement distinctes. L'Ecole nationale supérieure des PTT forme les administrateurs des Postes et Télécommunications. L'Ecole nationale supérieure des télécommunications est quant à elle, chargée de la formation des ingénieurs du corps interministériel des télécommunications ainsi que des ingénieurs civils des télécommunications.

Le Centre de formation professionnelle d'exploitation des Postes et Télécommunications est chargé de dispenser les cours de perfectionnement des inspecteurs principaux adjoints (services administratifs), et les cours de formation ou de perfectionnement de certains personnels des catégories A, B et C, autres que ceux appartenant aux services techniques des télécommunications.

Enfin la quatrième unité, qui nous intéresse plus particulièrement dans le cadre de cet exposé, est le Centre de formation professionnelle technique des télécommunications. C'est en effet une partie de ce centre qui doit être prochainement décentralisée à Lannion.

Pour l'ensemble de ces activités la DSE a accueilli, en 1968, 5.309 élèves, auxquels il convient d'ajouter les 18.459 inscrits aux cours par correspondance dispensés par ailleurs pour la préparation aux divers concours administratifs. Mais, mieux que les élèves inscrits, ce qui caractérise l'activité de la DSE est le nombre de « journées-élèves ». En effet les durées des cours sont très inégales, allant de la semaine à l'année. Ce nombre de journées-élèves, qui avait été de 477.527 en 1967, se monte en 1968 à 540.091, ce qui représente une progression de plus de 13 %.

Ce rythme d'accroissement rend nécessaire une augmentation des moyens de la DSE, en personnel et locaux. Ce problème est à la base de la décentralisation de certains cours à Lannion.

LE CENTRE DE FORMATION PROFESSIONNELLE TECHNIQUE

Ainsi qu'il a été dit ci-dessus, ce centre a pour but la formation du personnel technique des télécommunications. Compte tenu de l'évolution rapide de la science et des techniques dans ce domaine, une formation permanente devient de plus en plus nécessaire.

Le rôle du centre est donc double. D'une part il délivre aux jeunes agents qui rentrent dans l'Administration une formation intellectuelle susceptible de leur faciliter l'assimilation des notions scientifiques et techniques indispensables pour la suite de leur carrière et aussi une formation technique leur permettant de remplir efficacement les tâches qui leur seront confiées dès leur sortie du cours. D'autre part il se préoccupe de compléter la formation des agents au cours de leur carrière. Dans cet esprit sont organisés des cours lors des changements de grade à la suite de concours ou d'examens ou lors de la mise en œuvre d'une nouvelle technique. Ces recyclages qui permettent aux agents de faire le point de leurs connaissances sont appelés à un développement considérable.

La durée et le niveau des cours sont très variables et fonction de la catégorie de personnel concerné : inspecteurs principaux, inspecteurs, dessinateurs-projeteurs, ouvriers d'Etat, agents techniques de 1^{re} classe, etc. Les cours de recyclage concernent actuellement les systèmes de commutation modernes mais d'autres cours de ce genre sont déjà prévus.

Géographiquement les cours du Centre de formation professionnelle technique sont dispensés à Paris (1.800 élèves en 1969) et à Limoges où la DSE a une annexe qui a accueilli 900 élèves en 1968. Le Centre de Lannion viendra donc s'ajouter à ces deux unités. Sa construction doit démarrer bientôt et son ouverture est prévue pour les derniers mois de l'année. Il devra atteindre sa pleine capacité au bout d'un an de fonctionnement. A ce stade, 440 élèves y seront formés chaque année.

Le Centre de Lannion recevra, selon ce qui est actuellement prévu, trois catégories d'agents. En premier lieu des contrôleurs des installations électromécaniques (CIEM) des spécialités « Commutation générale » et « Automatique », soit 240 agents, seront répartis en trois promotions de 80 élèves, échelonnées dans l'année. En second lieu, des ouvriers d'Etat de 4^e catégorie (OET4), soit 80 agents, seront répartis en quatre promotions de 20 élèves. Enfin, il y aura des agents techniques de 1^{re} classe (AT1) : 120 agents répartis également en six promotions de 20 élèves.

Comme à Paris, l'enseignement au Centre de Lannion comportera des cours magistraux, des travaux dirigés et des travaux pratiques. Pour que cet enseignement soit efficace et que les élèves puissent être aidés et suivis dans les meilleures conditions, il est souhaitable que les enseignants s'adressent à des groupes peu nombreux. Le chiffre de vingt élèves a été retenu pour la constitution des groupes de travaux pratiques et de travaux dirigés. En ce qui concerne les OET4 et les AT1, les groupes de vingt seront conservés pour les cours magistraux. Par contre, en ce qui concerne les CIEM, il a été décidé que l'enseignement magistral serait délivré simultanément aux quatre groupes d'une promotion.

Notons enfin que, d'une manière générale, une grande place sera faite aux travaux pratiques et aux travaux dirigés qui constituent des applications concrètes du cours. Dans ce but, des laboratoires importants seront mis en place et un effort particulier sera fait pour que les élèves apprennent à connaître les matériels les plus modernes.

L'ABSORPTION ATOMIQUE et la SPECTROMÉTRIE DE MASSE

Il est d'une importance fondamentale pour le physicien, l'électronicien comme pour le métallurgiste, pour ne prendre que quelques exemples, de connaître la composition des produits qu'ils élaborent ou utilisent. La résistance d'un alliage, par exemple, dépend considérablement des proportions des composants, même s'ils s'y trouvent en faible teneur.

On sait aussi que les propriétés des cristaux utilisés en physique ou en électronique dépendent étroitement de la proportion des impuretés incluses. La connaissance de la concentration d'un dopant, introduit volontairement, est capitale dans le cas des semi-conducteurs ou des matériaux laser et, dans un autre domaine, les études de supraconductivité nécessitent l'utilisation de matériaux ultra-purs. En dehors même des propriétés, il faut signaler en outre que le processus de formation du matériau (pour un cristal par exemple) peut être favorisé, ou au contraire inhibé, par la présence d'impuretés, même en faible quantité.

Si les méthodes de chimie analytique classique conservent naturellement leur place pour un grand nombre de problèmes, elles ont leurs limites, notamment du point de vue de la sensibilité, et sont par ailleurs souvent fort longues. Les méthodes « physiques » d'analyse, qui font directement appel aux propriétés de la matière à l'échelle atomique, ont pris de ce fait un essor considérable pendant ces dernières décennies. Elles ont permis de gagner considérablement sur la sensibilité des dosages et aussi sur le temps moyen nécessaire pour une analyse. Autrefois il n'était guère possible au métallurgiste que de contrôler, à posteriori, la qualité d'une

coulée d'alliage. Actuellement des installations de fluorescence X ou de spectrométrie d'émission, effectuant dans un temps très bref le dosage d'un certain nombre d'éléments bien déterminés, permettent de corriger éventuellement la proportion des éléments, en cours de coulée.

Malheureusement, il n'existe pas actuellement de méthode universelle capable de résoudre tous les problèmes, aussi bien ceux des laboratoires de recherche que ceux de l'industrie. En effet, si les méthodes d'analyse « physiques » ou, si l'on veut « physico-chimiques » sont nombreuses, elles ont chacune leur domaine d'application préférentiel.

C'est pourquoi un laboratoire d'analyse de recherches qui doit, par nature, traiter des problèmes variés et non répétitifs, est conduit à s'équiper en moyens d'analyse divers. Il arrive cependant, naturellement, que les dosages, pour un problème particulier, puissent être effectués par plusieurs méthodes et ce n'est pas alors une mince satisfaction de constater que les résultats concordent.

Faute de pouvoir expliciter en détail les très nombreuses méthodes qui constituent l'arsenal de l'analyste, nous avons choisi d'exposer deux méthodes récentes, mises en œuvre au département LCC : l'absorption atomique et la spectrométrie de masse.

Nous indiquons toutefois, avant de détailler ces méthodes, les principaux moyens d'analyse existant au CNET, en soulignant leurs avantages et inconvénients respectifs (tableau ci-après).

André Nizery.

LES DIVERS MOYENS D'ANALYSE DU CNET

MÉTHODES	PRINCIPE	INCONVÉNIENTS	AVANTAGES	LIMITES D'UTILISATION	IMPLANTATION
Spectrophotométrie d'absorption moléculaire.	L'élément à doser est complexé lors d'une réaction chimique, et absorbe la lumière à une longueur d'onde donnée, en suivant la loi de Lambert Beer.	Séparations chimiques longues et fastidieuses interférences nombreuses. Étalonnage délicat, uniquement quantitatif, nécessite de nombreux réactifs, manque de précision.	Bonne sensibilité après séparation chimique. Appareils peu coûteux et faciles à manier.	Permet de doser environ 65 éléments de 10^{-2} p.p.m.	LCC - LCH Issy-les-Moulineaux (PEC).
Spectrophotométrie d'émission. Arc et étincelle.	L'échantillon excité par un arc ou une étincelle émet des radiations caractéristiques des éléments présents.	Étalonnage délicat. Dépouillement assez complexe. Précision moyenne.	Analyse qualitative et semi-quantitative. Bonne sensibilité. Assez rapide : se prête bien à l'analyse de routine.	De quelques p.p.m au pour cent	Issy-les-Moulineaux (PEC) QFC
Spectrophotométrie d'absorption atomique.	L'échantillon atomisé dans une flamme absorbe une raie de résonance de l'élément à doser.	Uniquement quantitatif. Mise en solution parfois pénible. Nécessite des solvants très purs.	Pas d'interférences. Bonne sensibilité. Bonne précision.	Permet de doser 67 éléments de 10^{-4} p.p.m. en solution.	LCC. Issy-les-Moulineaux (PEC) (Projet).
Spectrométrie de masse à étincelles.	L'échantillon est ionisé par étincelle, les ions se répartissent suivant leur rapport masse sur charge.	Appareillage onéreux. Analyse quantitative longue et délicate si non automatique.	Très bonne sensibilité. Analyse qualitative ou semi-quantitative rapide.	Permet de doser tous les éléments et leurs isotopes jusqu'à 10^{-3} p.p.m	LCC
Analyse par activation.	L'échantillon irradié dans certaines conditions donne naissance à des radio-isotopes qui émettent un rayonnement spécifique des éléments présents.	Nécessité d'une source d'irradiation. Matériel onéreux. Dépouillement très délicat. Séparations chimiques souvent nécessaires. Nombreuses interférences.	Excellente sensibilité. Parfois analyse non destructible. Analyse qualitative et quantitative.	Permet de doser un très grand nombre d'éléments jusqu'à 10^{-9} p.p.m.	Issy-les-Moulineaux. Pourrait être envisagé à Lannion.
Polarographie.	Mesure du courant de diffusion lors de l'oxydation ou de la réduction d'un ion en solution.	Mise en solution. Nombreuses interférences. Manque de reproductibilité. Précision médiocre.	Assez bonne sensibilité. Permet de tenir compte du degré d'oxydation des éléments dosés.	1 p.p.m. pour les éléments divalents.	LCC Issy-les-Moulineaux (PEC).
Fluorescence X.	L'échantillon est soumis à un rayonnement X d'énergie suffisante pour exciter le spectre X caractéristique de l'élément étudié.	Manque de précision. Préparation délicate de l'échantillon. Reproductibilité difficile.	Analyse non destructible.	Élément de nombre atomique > 11 . 0,1 à 200 p.p.m.	Issy-les-Moulineaux (PEC).
Micro-sonde électronique.	Un flux d'électrons, correctement dirigé sur un échantillon, engendre un rayonnement X caractéristique de l'élément dosé.	Matériel assez coûteux. Mise en œuvre délicate.	Permet de faire des analyses ponctuelles non destructibles. Analyse de surface.	Domaine d'examen $1\mu^2$	Issy-les-Moulineaux (PEC).

La spectrophotométrie

par absorption atomique

La spectrophotométrie d'absorption atomique, utilisée depuis longtemps dans les recherches astrophysiques notamment par Russeland et Unsold dès 1936, a été adaptée, voici une dizaine d'années par l'australien Walsh, à des fins analytiques et plus particulièrement au dosage des éléments en traces. Le premier appareil de la sorte a été commercialisé en France voici environ cinq ans. Cette méthode permet actuellement le dosage de 67 éléments métalliques et, artificiellement, de quelques métalloïdes.

PRINCIPE DE LA MÉTHODE

Lorsqu'une radiation lumineuse de fréquence donnée traverse une enceinte d'atomes, les phénomènes classiques de résonance s'accompagnent d'une absorption de la radiation incidente dont on observe une diminution d'intensité. Les atomes en effet présentent un spectre d'absorption à leur fréquence de résonance. Kirchhoff a résumé ce phénomène par la règle suivante : « un corps soumis à certaines conditions d'excitation ne peut émettre que les radiations qu'il est susceptible d'absorber dans les mêmes conditions ». Pratiquement les seules raies qui puissent être absorbées sont celles qui, dans le processus d'émission, aboutissent au niveau d'énergie le plus bas (raies de résonance).

Aussi la technique d'absorption atomique est-elle basée sur le fait que ces atomes absorbent un rayonnement de longueur d'onde spécifique de chaque élément. L'élément intéressant de l'échantillon à analyser n'est pas excité mais libéré de ses liaisons chimiques, dissocié et transposé à l'état fondamental (plus bas niveau d'énergie). Les raies de résonance à bande passante très étroite ($0,02 \text{ \AA}$) peuvent alors être absorbées.

Pour obtenir la rupture de la molécule et produire des atomes libres à l'état fondamental, on pulvérise généralement l'échantillon, préalablement dissous, dans une flamme. Une lampe à cathode creuse fournit, la plupart du temps, le spectre de raies dont les raies de résonance seront absorbées par l'élément à doser.

Comme les autres méthodes photométriques,

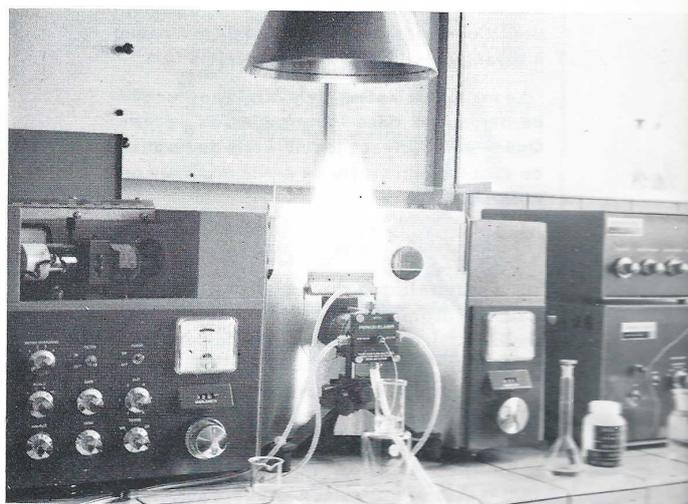
l'absorption atomique obéit, en première approximation, à la loi de Lambert Beer : la densité optique mesurée dans la flamme est proportionnelle à la concentration de l'élément à déterminer dans l'échantillon.

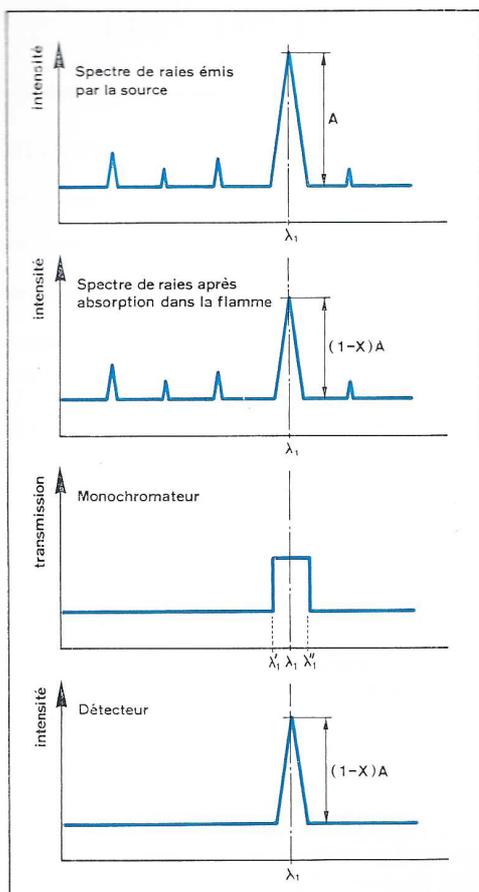
ÉMISSION DE FLAMME ET ABSORPTION ATOMIQUE

La technique d'analyse par émission de flamme, utilisée depuis longtemps, consiste à pulvériser dans une flamme un échantillon contenant un élément émettant une radiation lumineuse caractéristique : analyse qualitative et quantitative du sodium dans le sang par exemple. On peut dire que si, en émission, on utilise les photons caractéristiques émis par les atomes de l'élément à l'état excité, en absorption par contre les atomes, à l'état fondamental, absorbent les photons d'énergie caractéristique de l'élément.

Ainsi, lorsque l'on introduit par pulvérisation dans une flamme de température fixe une solution

Spectrophotomètre Perkin-Elmer utilisé au CNET-Lannion.





Principe de l'absorption atomique.

De haut en bas on peut voir tout d'abord le spectre de raies émis par la lampe à cathode creuse et correspondant à l'élément à doser. Au passage dans la flamme contenant les atomes de l'échantillon, il se produit une absorption, d'une quantité X, de la raie de résonance à la longueur d'onde λ_1 considérée.

Le monochromateur isole la raie de résonance des autres raies indésirables du spectre. Quant au détecteur il reçoit la raie de résonance dont l'énergie a été en partie absorbée par l'échantillon.

d'un sel métallique donné, il se produit un équilibre entre les atomes restant à l'état fondamental responsables des phénomènes d'absorption, d'énergie $E_0 = 0$, et ceux parvenant à l'état d'excitation J, d'énergie $E_J \neq 0$. Autrement dit le nombre total d'atomes N dans la flamme se répartit en N_0 atomes à l'état fondamental et N_J atomes à l'état J. Dans les flammes dont la température est inférieure à 3 000 °C, le nombre d'atomes excités, se trouvant

d'ailleurs presque toujours dans le premier état d'excitation, est très faible par rapport au nombre d'atomes à l'état fondamental.

Pour améliorer la reproductibilité des résultats, en précision et en sensibilité, on module le faisceau émis par la lampe à cathode creuse afin d'éliminer l'émission due à la flamme et aux atomes excités. Il convient de remarquer que le rapport N_J/N_0 , déjà négligeable pour des atomes facilement excitable comme les métaux alcalins, le sera à plus forte raison pour les atomes difficiles à exciter comme le zinc par exemple.

ATOMISATION DE L'ÉCHANTILLON

L'absorption étant due aux atomes présents dans la flamme, les variations éventuelles de la température de la flamme sont pratiquement sans influence sur la mesure d'absorption. La reproductibilité et la précision de cette méthode sont donc très supérieures à celles des méthodes d'émission. Il n'existe pas non plus de risques d'interférences spectrales, car l'élément à doser étant utilisé comme source, les raies caractéristiques sont fines et peu nombreuses, ce qui rend la méthode très spécifique.

Par contre si l'absorption atomique permet une bonne analyse quantitative elle est pratiquement inadaptée à l'analyse qualitative. Cet inconvénient est toutefois atténué par le fait que l'appareil peut facilement être converti en spectrophotomètre d'émission de flamme.

Du fait de la technique employée, il y a lieu tout d'abord de produire une vapeur atomique à l'état fondamental avec un rendement suffisant. Généralement l'échantillon, préalablement dissous dans un solvant, est aspiré, après nébulisation, dans une flamme judicieusement choisie. Les brûleurs utilisés sont des brûleurs à pré-mélange où le carburant sert accessoirement de gaz vecteur pour aspirer et nébuliser le liquide. Le choix des brûleurs est très important car le bruit instrumental doit être faible : l'aspiration constante, la nébulisation stable, la tendance au bouchage limitée. De plus un bon brûleur doit avoir une absence de mémoire totale et ne doit pas avoir d'absorption ni d'émission par lui-même.

Tout ceci permet de se rendre compte d'un gros inconvénient de la méthode : la nécessité de dissoudre l'échantillon avant nébulisation. La sensibilité intrinsèque de la méthode s'en trouve donc diminuée et il est nécessaire d'effectuer un étalonnage minutieux avant chaque analyse.

CHOIX DES FLAMMES

Selon l'élément à doser, on choisira une flamme

Sur le schéma ci-dessous, qui est celui du spectrophotomètre représenté en page 7, les divers chiffres utilisés correspondent aux éléments suivants :

M1, M2 : miroirs sphériques du monochromateur

M3, M7, M8, M12 : miroirs plans

M4, M6, M9, M11 : miroirs toriques

M5 : miroir semi-transparent

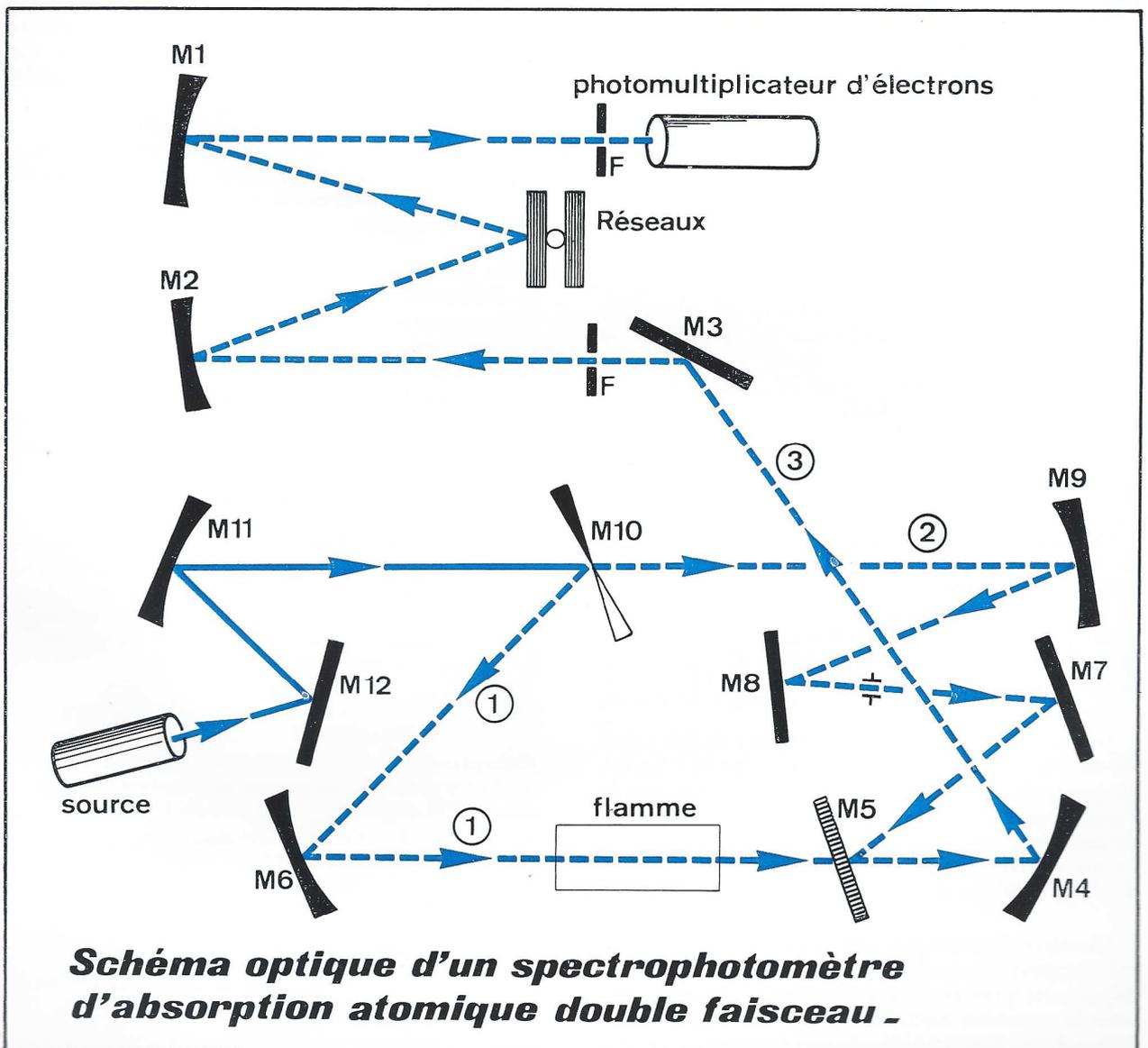
M10 : miroir tournant (modulateur)

1 : faisceau de mesure

2 : faisceau de référence

3 : faisceau recombéné

F : fentes du monochromateur



plus ou moins chaude; la flamme air-acétylène convient dans la plupart des cas. Cependant, pour les éléments facilement excitables comme les alcalins et les alcalino-terreux, on a parfois intérêt à utiliser des flammes froides : air-butane ou air-propane.

Par contre pour dissocier des oxydes de métaux réfractaires comme le titane, le zirconium ou l'aluminium qui se formeraient dans des flammes air-acétylène, on prendra des flammes chaudes du type protoxyde d'azote-acétylène. Dans tous les cas il y a lieu d'éviter les interférences éventuelles, chimiques ou d'ionisation.

Pour diminuer l'absorption et le bruit de fond de la flamme, on peut être conduit, dans le cas des ultraviolets par exemple, à choisir d'autres flammes, du type air-argon-hydrogène.

Si l'absorption atomique est une excellente méthode spécifique d'analyse quantitative, on s'aperçoit cependant que les paramètres régissant flamme et nébulisation doivent être choisis avec rigueur.

UTILISATION PRATIQUE.

La méthode d'analyse par absorption atomique est utilisée à Lannion pour doser des impuretés, et parfois des constituants principaux, dans des matières premières servant en cristallo-génèse, dans les cristaux ou dans les solutions hydrothermales. La sensibilité de la méthode, pour ce genre de travaux, est grandement suffisante et la précision meilleure que dans les autres méthodes d'analyse.

Prenons un exemple : le dosage de l'argent, du fer et du cuivre dans les solutions de soude ayant servi à la synthèse hydrothermale du quartz. La solution se prête ici, directement, au dosage par absorption atomique. Il suffit de faire des étalons contenant des quantités connues de fer, d'argent et de cuivre dans la soude.

On détermine à l'analyse la présence de $0,3 \mu\text{g/ml}$ de fer; la solution de départ contenant $0,1 \mu\text{g/ml}$, on peut affirmer que l'excédent de fer provient de l'autoclave lui-même. Ce dernier contenant 9 litres de solution, cet excédent représente $1,8 \text{ mg}$ de fer, ce qui est très peu et démontre la grande passivité de l'appareillage de synthèse.

On détermine d'autre part la présence de $0,36 \mu\text{g/ml}$ d'argent. La solution n'en contenant pas au départ, on peut en déduire qu'il s'est produit, durant la synthèse hydrothermale, une légère dissolution de la chemise de l'autoclave qui est en argent.

Enfin la présence de traces de cuivre vient probablement des brasures faites sur la chemise d'argent.

L'analyse de ces trois éléments dans la solution demande environ trente minutes. On pourrait prendre d'autres exemples moins simples : dosage du sodium, du fer et de l'argent dans les monocristaux de quartz, dosage du chlorure de cuivre et des impuretés dans ce chlorure, etc.

PERSPECTIVES D'AVENIR.

Il est bien évident que l'on aimerait bien se passer de la mise en solution, toujours fastidieuse et cause principale d'erreur. D'autre part on peut toujours espérer améliorer les sensibilités et les détections limites car, dans la technique classique, 10 % seulement de la solution passe dans la flamme, le reliquat (90 %) étant rejeté, les gouttes provenant de la nébulisation étant ou trop grosses ou trop fines.

On peut améliorer la nébulisation en introduisant la solution dans la flamme à l'aide d'ultra-sons : le nuage ainsi produit est beaucoup plus homogène et le rendement d'atomisation plus important.

On peut aussi concevoir une introduction directe de l'échantillon dans la flamme par diverses techniques : mélange dans de la poudre à canon ou dans du nitrate de cellulose que l'on fait exploser. Malheureusement ces deux solutions utilisent des matériaux dont la vente est interdite en France. Une troisième solution possible est d'introduire dans la flamme une nacelle en tantale contenant l'échantillon. Cette solution n'est valable que pour les composés volatils à base de plomb, d'argent ou d'étain.

On peut aussi concevoir une atomisation hors d'une flamme : dans un four en graphite par exemple porté à 2500° (four de Massmann), ou à l'aide d'un rayon laser (en cours d'étude), ou enfin par bombardement électronique (Faculté de pharmacie de Paris).

Ces diverses améliorations possibles laissent bien augurer de l'avenir de la méthode d'analyse par absorption atomique. Il n'est pas douteux que, dans quelques années, l'on pourra se passer de la mise en solution et augmenter ainsi la rapidité et la sensibilité du procédé. En tout état de cause, cet appareillage permet, dans le cadre des activités du département LCC du CNET-Lannion, de réaliser des analyses rapides et précises des impuretés contenues dans les matières premières ou les cristaux élaborés. On sait que cette connaissance est essentielle pour l'étude des qualités optiques ou électroniques de ces matériaux.

Michel Passaret.

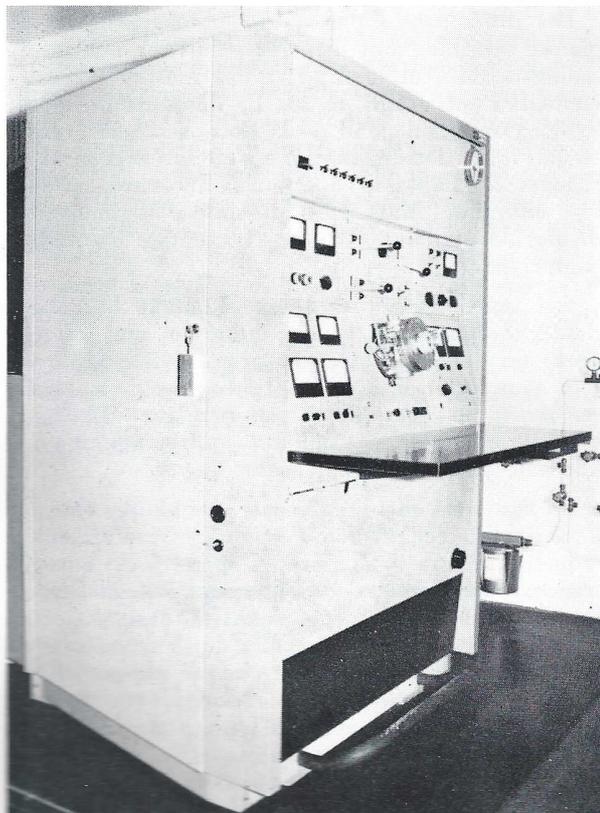
La spectrométrie de masse

La spectrométrie de masse est une méthode physique destinée essentiellement à l'analyse simultanée des impuretés présentes en faible teneur dans les corps gazeux, liquides ou solides.

Ces impuretés sont caractérisées sous la forme des éléments ionisés, ces derniers étant ceux du tableau périodique des éléments. Les ions positifs, les plus fréquemment considérés en spectrométrie, sont les atomes dont les couches électroniques externes ont perdu un électron (ions monochargés) ou plusieurs électrons (ions polychargés).

Deux phénomènes importants, mis en évidence par J.J. Thomson en 1912, sont à l'origine de la spectrométrie de masse. Tout d'abord lorsqu'une particule chargée, lancée à grande vitesse, traverse une zone soumise à un champ électrique (condensateur plan), sa trajectoire s'en trouve modifiée et devient une parabole dont les paramètres dépendent de l'énergie de la particule. En second lieu, si on fait traverser à cette même particule un champ d'induction magnétique, sa trajectoire est transformée en un cercle dont les paramètres dépendent également de l'énergie, mais aussi du rapport masse sur charge de la particule.

Spectromètre de masse AEI utilisé au CNET-Lannion.



En 1919, Aston, voulant déterminer avec précision les masses atomiques exactes des isotopes, imaginait le premier spectromètre de masse à haute résolution. On sait en effet que les isotopes d'un même élément diffèrent simplement par leur nombre respectif de neutrons, donc par leur masse. Cet appareil comprenait, en premier lieu, un condensateur plan jouant le rôle de filtre d'énergie, puis un champ d'induction magnétique permettant la séparation des ions suivant leur masse apparente m/e (e étant la charge). La focalisation de ce spectromètre était plane, mais seulement pour une faible gamme de masses.

Avant 1958, la spectrométrie de masse était surtout destinée à la détermination précise des masses atomiques des isotopes et à l'analyse des gaz. Son domaine analytique s'est étendu depuis lors à la recherche et au dosage des traces dans les métaux et autres solides, essentiellement à la suite du développement de la spectrométrie de masse à étincelles.

D'une manière schématique, l'on peut dire que tout spectromètre de masse comprend trois parties essentielles logées dans une enceinte où règne un vide élevé. La première partie est constituée par la source où se produit l'ionisation de l'échantillon à analyser (ions positifs généralement). La seconde est l'analyseur (on dit aussi « l'optique » du spectromètre), destiné à séparer les ions suivant leur rapport masse/charge : il consiste le plus souvent en une association d'un champ électrique et d'un champ magnétique. Enfin la troisième partie est le détecteur d'ions qui a pour but d'enregistrer la position et l'intensité des divers faisceaux d'ions, classés suivant le rapport masse/charge, et composant le spectre de masse : cette détection peut être électrique ou photographique.

Nous limiterons cet exposé à l'analyse par spectrométrie de masse à étincelles en présentant le spectromètre MS 702 de la société britannique Associated Electrical Industries. Cet appareil est celui qui équipe les laboratoires du département LCC au CNET-Lannion.

LE SPECTROMÈTRE DE MASSE MS 702

Le schéma ci-après donne une idée de la structure de ce spectromètre. On peut le caractériser plus complètement en distinguant les trois parties définies ci-dessus.

La source d'ions

L'ensemble constituant la source doit produire un faisceau d'ions représentatif de la composition chimique de l'échantillon à analyser. Pour cela, deux électrodes de petites dimensions, et suffisamment conductrices de l'électricité, préparées à

partir de cet échantillon, sont reliées à une alimentation haute tension (10 à 80 KV) asservie à un oscilateur de fréquence (0,5 à 1 MHz).

Lorsque les deux électrodes sont assez proches l'une de l'autre (0,1 mm), la pression dans l'enceinte étant inférieure à 10^{-7} Torr, cette alimentation discontinue fournit des trains d'étincelles de durée variable reproduits à une fréquence également variable. L'énergie communiquée par l'étincelle aux atomes de l'électrode entraîne la formation d'ions. L'intensité moyenne du courant d'ions est définie par les conditions de l'étincelage : tension, durée, fréquence. Cette source à étincelle haute fréquence appartient à la catégorie des sources d'ions à décharges sous vide. Il existe par ailleurs d'autres types de source : photoionisation, thermoionisation, bombardement électronique ou ionique.

Pour extraire les ions hors de la source, ceux-ci sont accélérés sous une tension continue de 20 KV. Cette accélération a lieu entre l'électrode portée à +20 KV et un ensemble de plaques qui sont mises à la terre. Ces plaques sont percées de fentes qui définissent la géométrie et la divergence du faisceau ionique.

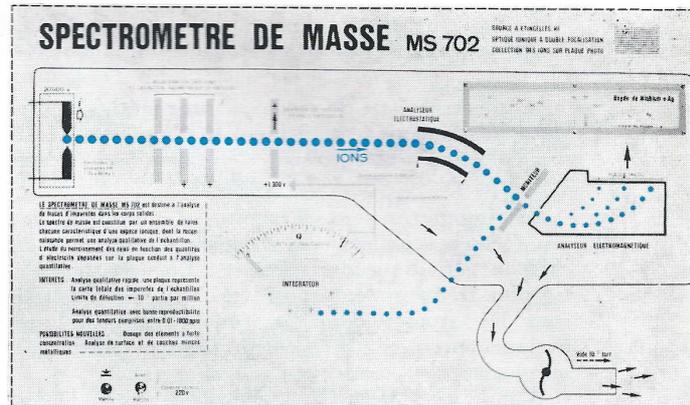
L'étincelle de haute tension à haute fréquence fournit essentiellement des ions monochargés, avec un pourcentage variable d'ions polychargés et, en proportion beaucoup plus faible, des ions polyatomiques ou complexes. Une propriété importante de ce mode d'ionisation est sa faible sélectivité. Quelle que soit la nature du constituant principal (ou matrice) des électrodes, les sensibilités relatives d'ionisation de tous les éléments présents sont du même ordre de grandeur.

Ainsi, à mieux qu'un facteur trois près en général, le faisceau d'ions positifs sortant de la dernière fente a la même composition que l'échantillon. Cependant, la dispersion d'énergie de ces ions est notable, souvent supérieure à 2 KeV.

Ensemble Analyseur - Optique ionique

L'optique est due à Mattauch et Herzog : elle comprend un secteur électrostatique cylindrique et un champ d'induction magnétique. L'association de ces deux champs et leurs caractéristiques géométriques sont réalisées dans un double but : réduire la dispersion énergétique des ions avant leur entrée dans le champ magnétique, obtenir la double focalisation en vitesse et en masse dans un plan pour une large gamme de masses, c'est-à-dire que des ions de même masse quittant la source avec des vitesses et des directions légèrement différentes, atteignent ce plan de focalisation au même point. Ce point est défini par le rayon de courbure de la trajectoire des ions de vitesse moyenne émis suivant l'axe optique.

On peut résumer les propriétés de cette optique de la façon suivante : la fente n° 3 dont la largeur



Cette maquette réalisée pour la salle d'expositions, schématise le fonctionnement d'un spectromètre de masse.

est voisine de 50μ est la fente-objet de l'optique. De cet objet l'optique donne plusieurs images, chacune étant constituée par des ions de même rapport masse/charge. Il suffit de placer dans le plan de focalisation une plaque photographique pour pouvoir enregistrer l'ensemble des images qui constitue le spectre de masse ou spectrogramme.

Le spectre de masse

Les différentes espèces d'ions, focalisées sur la plaque sensible, sont dispersées suivant une loi en racine de M/n et le rapport des masses extrêmes recueillies est voisin de 36. Le domaine de masse enregistrée qui dépend de la tension d'accélération et de l'induction magnétique s'étend en général de la masse 7 à la masse 250, pour la nécessité de l'analyse chimique. Mais il est possible d'augmenter la dispersion et d'enregistrer par exemple les masses comprises entre 1 et 30.

Ces images ioniques impressionnent la plaque photographique, de type Schumann, sur laquelle après un développement approprié, elles apparaissent sous la forme d'une suite discrète de raies. La sensibilité des émulsions commerciales Ilford Q2 est telle que 4 000 à 5 000 ions suffisent pour créer une raie juste détectable.

La figure ci-contre représente une plaque obtenue à partir d'un échantillon d'oxyde de Niobium et sur laquelle un certain nombre de spectres est enregistré correspondant à plusieurs expositions. On entend par « exposition » la quantité totale d'électricité déposée sur la plaque lors de l'enregistrement d'un spectre. La mesure de chaque exposition est réalisée par l'intermédiaire d'une plaque appelée « moniteur », située avant le champ magnétique et qui prélève de façon constante 50% du faisceau ionique. La valeur des expositions varie le plus souvent entre 10^{-13} et 10^{-7} coulomb.

L'EXPLOITATION DES SPECTRES

Après l'enregistrement d'une plaque photographique et son développement dans des conditions convenables, deux problèmes se posent. Le premier est celui de la reconnaissance des différents ions responsables des diverses raies du spectre : il s'agit d'analyse qualitative. Le second est celui de la détermination des abondances relatives de chaque élément : il s'agit d'analyse quantitative.

Analyse qualitative

L'étalonnage en masse du spectre s'effectue à partir de quelques raies connues (en général celles des éléments de la matrice), compte tenu de la loi de dispersion en racine de M/n .

La reconnaissance des éléments et de leurs isotopes est ensuite possible : ainsi à la masse 56 nous trouverons les isotopes $^{56}\text{Fe}^+$; à la masse 107, les isotopes $^{107}\text{Ag}^+$; à la masse 109, les isotopes $^{109}\text{Ag}^+$; etc.

Mais cette analyse présente quelques difficultés. En effet, comme cela a déjà été mentionné ci-dessus, il est fréquent d'obtenir des ions polychargés et des ions polyatomiques. Ainsi, à la masse 28 peuvent focaliser les ions suivants : $^{28}\text{Si}^+$, $^{56}/_2\text{Fe}^{++}$, CO^+ (^{12}C , ^{16}O).

En général, il est possible de résoudre ces problèmes d'interférence et de reconnaissance en s'appuyant sur plusieurs données. En premier lieu, la connaissance de la nature de la matrice permet de repérer la plus grande partie des ions polychargés et des associations polyatomiques car, pour participer à de telles espèces ioniques, les éléments doivent être présents en forte concentration dans les électrodes. En second lieu, la connaissance du cortège isotopique d'un élément et des abondances respectives de chaque isotope peut être très utile. Si l'isotope le moins abondant est reconnu, nécessairement l'isotope le plus abondant doit aussi être enregistré. Le rapport d'abondance entre deux isotopes est sensiblement égal à l'inverse du rapport des limites de détection relatives à chacun des deux isotopes : la limite de détection d'un élément pouvant être définie comme la dernière exposition qui permette de déceler cet élément.

Enfin l'on sait qu'un élément ne peut pas apparaître sous forme d'ions polychargés s'il n'apparaît pas déjà sous forme d'ions monochargés.

En général cette analyse qualitative est complétée par une estimation visuelle des teneurs; pour cela, on fait le rapport des expositions pour lesquelles une raie de la matrice et une raie de l'impureté ont même noircissement : juste détectable par exemple.

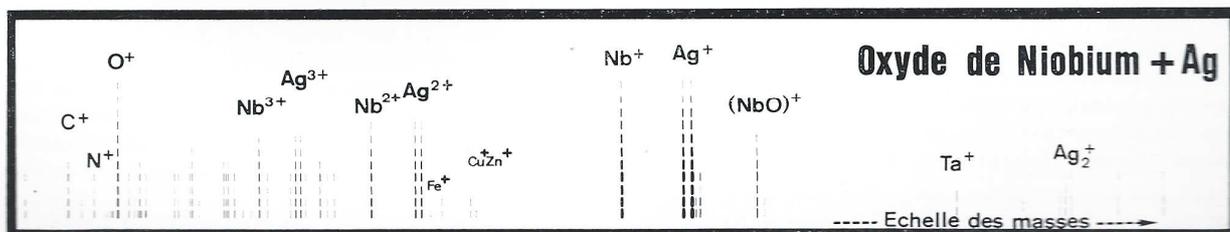
Analyse quantitative

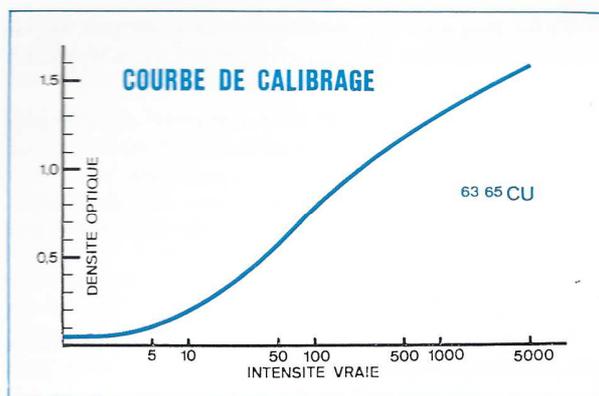
L'analyse quantitative nécessite une exploitation photométrique complexe du spectre, qui doit permettre la détermination du nombre d'ions responsables de chaque raie utile à l'analyse. L'enregistrement photométrique en densité optique des raies s'effectue sur un microdensitomètre Joyce-Loebl. Mais la densité optique ainsi obtenue n'est pas une grandeur proportionnelle au nombre d'ions recherché. Il est donc indispensable pour toute analyse quantitative de pouvoir relier la densité optique à la densité d'ions qui correspond à l'élément de surface de la raie analysé par le photomètre, ou à un nombre (évalué en unités « d'intensité vraie ») proportionnel à cette densité. Cela est réalisé par l'intermédiaire de la « courbe sensitométrique » ou « courbe de calibrage » de la plaque photographique représentée ci-après.

L'analyse quantitative classique comprend ainsi le tracé de la courbe de calibrage, l'enregistrement photométrique des profils de raies, la transformation des profils en densité d'ions, la mesure de leur surface, compte tenu d'une éventuelle correction de fond. Ainsi à toutes les expositions donnant des raies photomesurables, on fait correspondre à chaque isotope une intensité vraie proportionnelle au nombre d'ions ayant créé les raies.

Le temps nécessaire à l'analyse quantitative est souvent long, surtout si on le compare au temps d'utilisation du spectromètre, ou même à celui nécessaire à l'analyse qualitative. Aussi le laboratoire de spectrométrie du département LCC s'oriente vers une semi-automatisation des principales étapes de l'analyse. Elle consiste essentiellement à enregistrer sur bande magnétique les résultats du microdensitomètre (après codage approprié) et à les traiter

Exemple de plaque photographique montrant les spectres d'un échantillon d'oxyde de Niobium mélangé à de la poudre d'argent (liant conducteur).





dans un ordinateur suivant un programme convenable.

Précision des résultats

En ce qui concerne la limite de détection, l'on peut dire que la plus petite concentration atomique visible sur le spectre peut atteindre le millième de la partie par million (ppm). Elle dépend de la tension d'accélération, dont l'augmentation améliore l'extraction des ions, élargit la bande passante et favorise le noircissement de l'émulsion. En analyse courante, la limite de détection est de l'ordre de 0,01 ppm, pour des raies pures d'un élément monoisotopique en l'absence de fond. Compte tenu du rendement de la source à étincelle, du facteur de transmission du spectromètre et de la sensibilité de l'émulsion photographique, il faut environ 10^{11} atomes dans la source pour créer une raie juste détectable. Le fond entraîne une perte de sensibilité fonction de son intensité; de même les raies d'interférences des ions polychargés, polyatomiques et complexes contribuent généralement à l'augmentation de la limite de détection.

Pour ce qui est de la reproductibilité, la première cause de limitation est l'hétérogénéité du matériau dont on consomme seulement un milligramme pour une limite de détection de 10^{-2} ppm. Mais la mise en évidence d'hétérogénéités locales présente parfois un intérêt certain. La seconde cause, plus mal connue, est la discrimination possible du spectromètre qui ne transmet qu'une fraction du faisceau d'ions. En général, on peut attendre une reproductibilité de 5 à 20 %.

Enfin pour ce qui est de la justesse, il faut noter que le spectromètre de masse à étincelle a connu dès son lancement un succès immédiat pour l'analyse de traces : en effet, sans étalon, il donne les teneurs de tous les éléments à mieux qu'un facteur trois près en général, et l'écart à la valeur vraie, indépendamment de la concentration, ne gêne en rien la comparaison précise d'échantillons de même nature.

Cet écart à la valeur vraie, que l'on caractérise par un « coefficient de sensibilité », dépend de l'effi-

cacité d'ionisation des éléments dans la source, du facteur de transmission de l'appareil et de l'effet de masse sur le noircissement de la plaque.

La connaissance de ces coefficients est évidemment fondamentale pour la justesse des résultats de l'analyse. Leur détermination peut s'effectuer de façon expérimentale et certaines études récentes permettent d'espérer une détermination théorique.

LES APPLICATIONS DU SPECTROMÈTRE DE MASSE

L'analyse par spectrométrie de masse à étincelle des métaux et des semi-conducteurs ne pose pratiquement pas de difficultés. Cette technique a étendu son champ d'application à l'analyse de poudres non conductrices comme les oxydes ou les prélèvements de roches. Dans ce cas, la poudre est pastillée avec un liant conducteur de haute pureté : graphite, argent, or. Des dispositifs spéciaux permettent également l'étincelage de matériaux isolants massifs, naturels ou synthétiques (diamant, saphir, rubis, quartz, etc.) ou vitreux (verres, silice, tectites). L'étincelage de tels monocristaux sertis dans des fils d'or permet une analyse complète. Un système de refroidissement des électrodes rend possible l'étude des solides à bas point de fusion. Divers montages peuvent s'adapter avec succès pour l'analyse de très petits échantillons.

Plus récemment, des liquides ont fait l'objet d'analyses par spectrométrie de masse à étincelles : il en est de même des dépôts métalliques de très faible épaisseur. Cette technique s'oriente aussi vers des dosages d'impuretés présentes non plus sous forme de traces mais en concentration nettement supérieure à 1 %.

On peut dire, en conclusion, que la spectrométrie de masse à étincelle permet d'accéder à la composition chimique des solides et peut ainsi répondre à différents problèmes. Elle fournit la carte des impuretés d'un échantillon, de l'hydrogène à l'uranium, d'une manière qualitative et quantitative, dans un domaine de concentration s'étendant couramment de 1 000 à 0,01 ppm.

L'implantation de cette technique est particulièrement intéressante pour le département LCC, d'une part pour analyser les produits de départ utilisés en cristallogénèse, et, d'autre part, pour déterminer la pureté des monocristaux obtenus, les propriétés de ceux-ci dépendant le plus souvent de leur teneur en impuretés.

Elle peut en outre rendre d'appréciables services à d'autres laboratoires du CNET qui élaborent ou utilisent des matériaux ultra-purs, notamment des semi-conducteurs, dont les propriétés électriques peuvent être modifiées de façon notable par quelques ppm ou même quelques ppb de certaines impuretés.

Gérard Bouwy.

MISE EN SERVICE DE LA MAQUETTE DES CENTRAUX PLATON

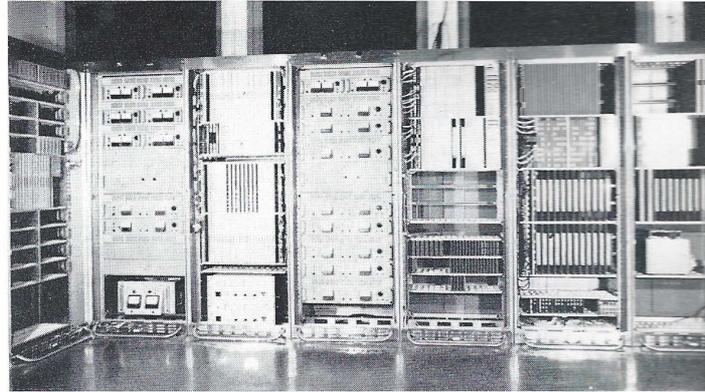
Le Centre de Recherches de Lannion a été chargé de l'étude d'un système de commutation téléphonique temporelle intégrée désigné sous le nom de code de « Platon », et décrit dans le N° 9 de Radome. Ce système va être expérimenté dans la région de Lannion où seront installés les centraux téléphoniques et les organes de transmission fabriqués par les constructeurs associés au sein de la Socotel ou de la Sotelec et travaillant avec le CNET au projet Platon.

Avant d'installer les autocommutateurs représentant les nœuds de ce réseau téléphonique, une maquette a été réalisée pour permettre de vérifier les schémas et d'étudier certains cas d'exploitation sans risquer de perturber le trafic téléphonique de la région. Cette maquette qui est un véritable petit central est installée au CNET et comprend un exemplaire de tous les organes qui constitueront les futurs centraux. L'équipe de techniciens qui assurera la mise en service de ces centraux s'est exercée au montage de cette maquette pour déterminer la meilleure manière de s'y prendre, tout en corrigeant les erreurs qui avaient pu se glisser dans les schémas des organes et en vérifiant que les solutions technologiques adoptées étaient bonnes.

Cette maquette représentant déjà un matériel de grande complexité, son montage a été opéré en plusieurs étapes, chaque étape marquant une progression par rapport à la précédente par l'adjonction d'organes nouveaux ou le test de nouvelles fonctions sur les organes déjà installés.

La phase initiale consistait à rassembler le minimum de matériel pour permettre la « communication locale » : une unité de sélection à laquelle sont reliés des postes téléphoniques représentant des abonnés, un multienregistreur et un marqueur pour détecter le décrochage des abonnés et enregistrer la numérotation, un traducteur pour indiquer l'abonné demandé, enfin un réseau de connexion pour transmettre les impulsions codées de parole. Il fallait en plus bien sûr une base de temps pilotant l'ensemble des organes et un bâti de convertisseurs pour alimenter en courant continu faible tension les composants électroniques des organes.

Cette première phase a été menée rapidement puisque les premiers raccordements de bâtis avaient lieu le 9 décembre et, moins d'un mois plus tard, deux abonnés pouvaient se parler à travers la maquette. Dès le début, la preuve était faite de la facilité de mise en œuvre du matériel et de détection des éléments défectueux. Le réglage de la chaîne de parole permit d'obtenir une qualité parfaite de communication, au



Maquette du central Platon.

point qu'il est impossible de distinguer à l'oreille la parole transmise sous forme codée, puis reconstituée dans Platon, de celle transmise directement dans un téléphone classique.

A partir du moment où des abonnés pouvaient communiquer à travers Platon, il s'agissait de relier la maquette à d'autres centraux existants à l'aide d'un équipement de modulation de circuits pour vérifier la compatibilité du nouveau matériel avec les systèmes existants : les centraux actuels de la région de Lannion présentent à cet égard une diversité intéressante et le raccordement de la maquette à ces centraux a permis d'essayer la plupart des cas d'exploitation qui peuvent se présenter en France. La maquette a donc atteint un stade opérationnel puisqu'un abonné qui lui est raccordé peut appeler n'importe quel abonné du réseau public.

A ce stade le raccordement du taxeur destiné à calculer les taxes imputables aux abonnés, s'imposait : il est important pour l'administration qu'une communication convenablement établie soit taxée correctement. C'est chose faite maintenant et le prix de la communication peut être envoyé à un poste téléaxe pour affichage devant l'abonné.

La maquette, dans l'état actuel, sait donc faire tout ce que fait un central classique et même plus, puisqu'elle offre à ses abonnés des services nouveaux : transfert au cadran, permettant d'aiguiller automatiquement les appels arrivant sur un poste vers un autre poste; appel enregistré, le central rappelant le demandeur dès que le demandé est libre.

Elle va maintenant être dotée d'autres possibilités, notamment pour recevoir directement des circuits exploités en modulation par impulsions codées (MIC) permettant d'utiliser au mieux les circuits entre centraux de type Platon, ou de relier simplement des cen-

INFORMATIONS

traux satellites pour desservir des abonnés dans les zones de faible concentration téléphonique.

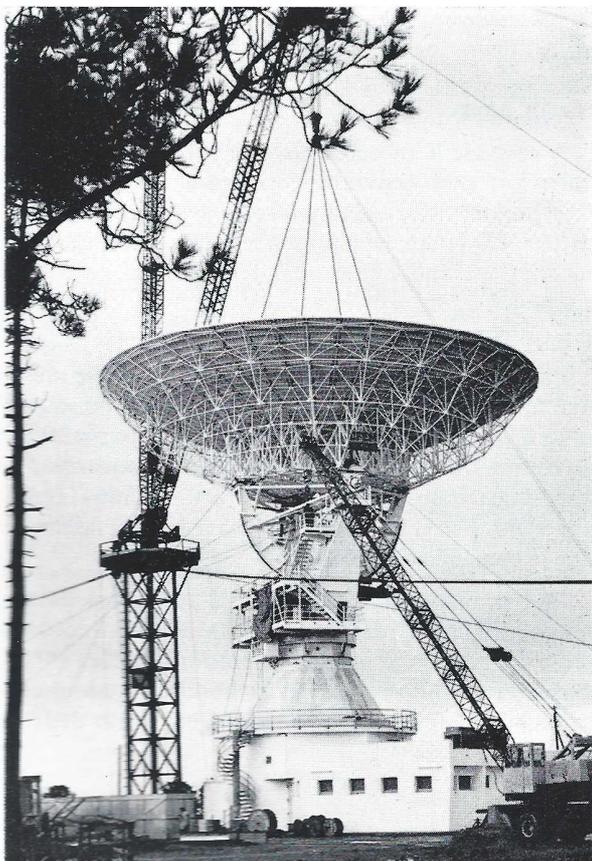
Quand elle aura permis de tester toutes les fonctions de commutation téléphonique proprement dite, la maquette sera raccordée au calculateur constituant le centre de traitement des informations pour la mise au point des programmes de gestion et de télémaintenance. On aura à ce moment une préfiguration des futurs réseaux téléphoniques organisés autour du centre de traitement des informations assurant la gestion et la maintenance des autocommutateurs qui offriront aux abonnés, outre la qualité de service de la modulation par impulsions codées, toutes les nouvelles facilités des systèmes électroniques.

LA POSE DE LA PARABOLE DE PB 2

Le 1^{er} février s'est déroulée l'opération la plus spectaculaire des travaux de construction de la seconde antenne de Pleumeur-Bodou (PB 2). Il s'agissait en effet de poser sur son socle l'imposante parabole de 27,50 m de diamètre qui avait été entièrement assemblée au sol.

Il fallait, pour le bon déroulement de l'opération, des conditions météorologiques très bonnes. En fait le beau temps était au rendez-vous et les vents étaient pratiquement nuls.

La parabole de 27,50 m vient d'être posée sur son socle.



Le chantier n'en est pas pour autant terminé et ce n'est que vers l'automne que cette seconde antenne pourra devenir opérationnelle. En attendant cette mise en service, les équipements de la première antenne ont été revus pour lui permettre de travailler en « accès multiple » avec le nouveau satellite Intelsat 3, mis sur orbite le 18 décembre dernier. On sait que ce satellite qui peut acheminer 1 200 circuits téléphoniques et un circuit de télévision (image et son), est le premier qui permette à plusieurs stations de travailler simultanément entre elles.

La station de Pleumeur-Bodou qui exploite déjà plus de 80 circuits transatlantiques a dû assurer, à partir de mars 1969, le secours du câble transatlantique France-États-Unis coupé accidentellement.

On sait que le programme Intelsat 3 prévoit la mise sur orbite de quatre satellites de ce type : deux au-dessus de l'Atlantique, un au-dessus du Pacifique et un au-dessus de l'Océan Indien. Le premier « Atlantique » et le « Pacifique » ont déjà été lancés, les deux autres suivront dans le courant de cette année. Ces lancements effectués, une couverture totale des zones habitées de la terre sera alors assurée.

LE NOUVEAU CENTRE AÉRÉ A PLEUMEUR-BODOU

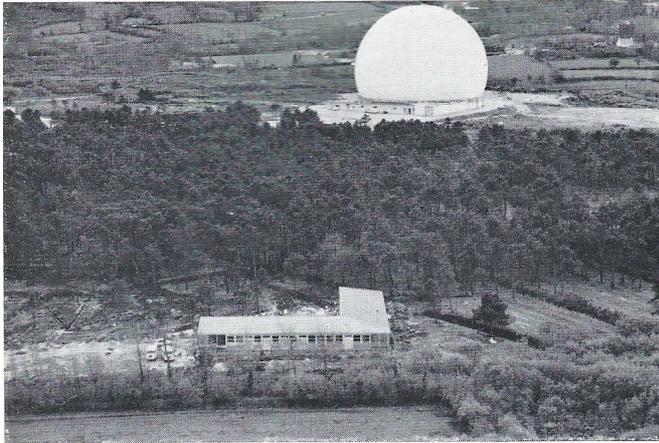
Voici déjà quatre années que fonctionne pendant les grandes vacances un centre aéré. Ce n'est d'ailleurs qu'au prix de nombreuses difficultés de tous ordres que cette existence a pu être assurée. A partir de cette année le centre aéré trouvera des locaux définitifs à Pleumeur-Bodou.

Le service social de l'Administration des PTT a pris à sa charge la construction et l'aménagement des locaux ainsi qu'une partie des frais de fonctionnement de ce centre. Le financement du reliquat sera assuré par les cotisations des parents et par une subvention du Comité des œuvres sociales du CNET-Lannion.

Réalisé selon les procédés de construction industrielle par la SGCI, le centre aéré devrait être terminé pour les vacances prochaines. La capacité du centre ira de 120 à 150 enfants, ce qui représente un chiffre optimal pour la gestion d'un tel établissement.

L'encadrement des enfants (un moniteur pour 10 enfants) sera assuré comme à l'habitude à la fois par du personnel détaché et par du personnel recruté. En outre deux moniteurs ont participé cette année au stage de directeur de centre de vacances, ce qui permettra d'alléger quelque peu la tâche incombant au directeur actuel.

Il faut rappeler en outre que sont admis au centre aéré les enfants du personnel du CNET, et des éta-



Près du célèbre radome, les bâtiments du futur centre aéré.

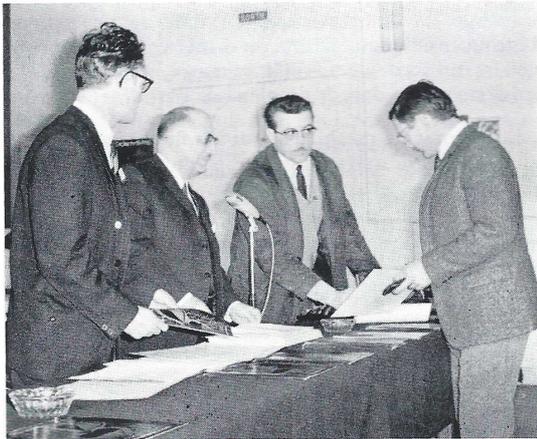
blissements PTT voisins, âgés de 5 ans à 14 ans. Un précédent numéro de Radome (avril 1968) a rendu compte des activités déployées dans un tel établissement.

Notons simplement que le centre aéré de Pleumeur-Bodou, situé dans un décor d'arbres et de verdure, n'est qu'à deux kilomètres des plages de l'Ile-Grande, ce qui en fait un emplacement relativement privilégié.

REMISE DE MÉDAILLES AUX DONNEURS DE SANG

Sept médailles d'or et cent trente et une médailles d'argent ont été remises à des membres de la section

Remise des diplômes par le docteur Barré (au centre) Directeur du centre départemental de transfusion sanguine, assisté de J.P. Colin et G. Schneider respectivement Président et Secrétaire de la section locale de l'association des donneurs de sang des PTT.



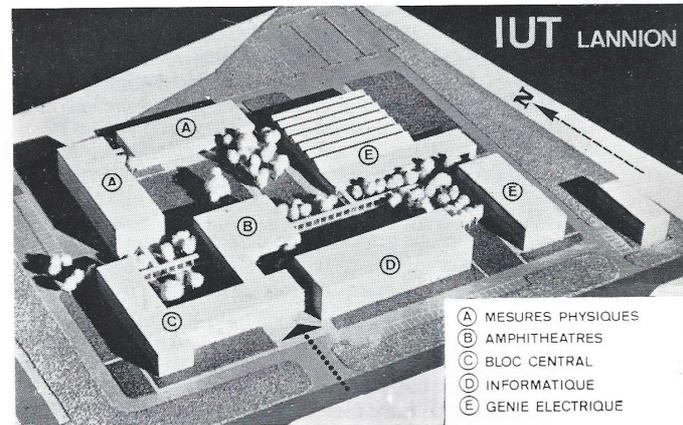
INFORMATIONS

des donateurs de sang bénévoles du CNET-Lannion, le samedi 22 mars 1969, au cours d'une cérémonie organisée à la mairie de Lannion.

Monsieur le Sous-Préfet, M. Bourdonnec, conseiller général, Mme Corollou, adjoint, représentant le maire de Lannion, ainsi que M. Julier, honoraient de leur présence cette sympathique réunion qui s'acheva par un vin d'honneur.

Ces distinctions récompensent le dynamisme de la section qui compte actuellement 387 adhérents (234 en 1966) et organise chaque année quatre journées du sang, permettant de recueillir au total 600 flacons. Elle répond d'autre part, plusieurs fois par mois, aux appels urgents des établissements hospitaliers de Lannion.

L'IUT SE CONSTRUIT



Le cliché ci-dessus représente la maquette du futur Institut Universitaire de Technologie (IUT) de Lannion. Bien que les travaux viennent de démarrer, l'ouverture de l'institut est toujours prévue pour le mois d'octobre prochain.

Des trois départements indiqués ci-dessus, deux ouvriront leurs portes dès cette première rentrée : il s'agit du département « Informatique » qui accueillera 48 élèves environ et du département « Génie électrique » qui accueillera quant à lui environ 72 élèves.

On sait que le cycle d'étude des IUT est de deux ans et conduit à l'obtention du Diplôme Universitaire de Technologie (DUT). Le recrutement se fait sur titres (baccalauréats) et sur concours spécial.

LA BROSSERIE



Parmi les activités traditionnelles de la région, il en est une relativement méconnue : la brosserie. Savez-vous par exemple que Saint-Brieuc est la capitale incontestée du pinceau fin en France, et que plus de 15 millions de pinceaux sont produits chaque année par les quatre brosseries qui y sont établies depuis parfois fort longtemps. L'une d'entre elles notamment date de 1872.

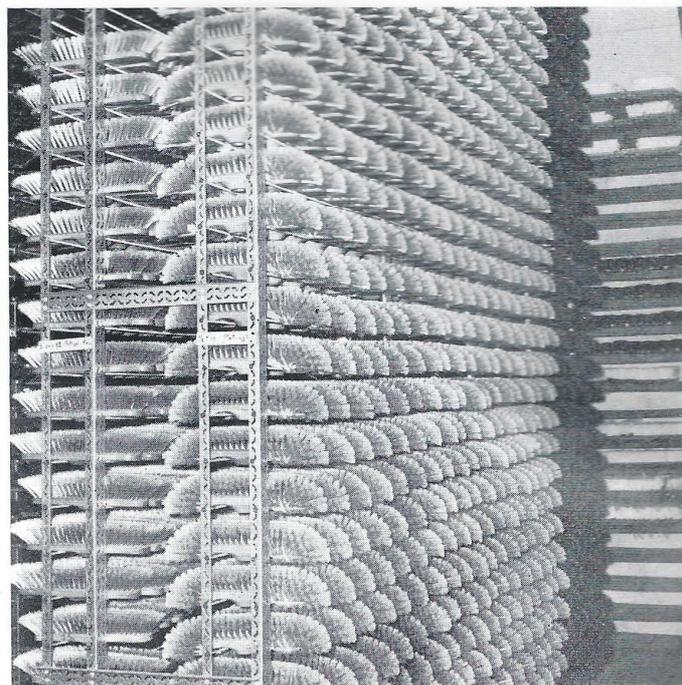
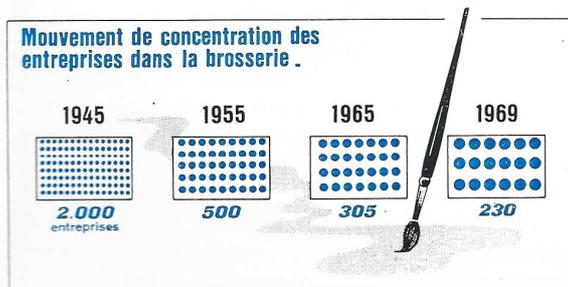
Si les brosseries de Saint-Brieuc occupent 400 personnes à fabriquer du pinceau fin et, à un moindre degré, des pinceaux de bâtiment, il existe à Perros-Guirec tout près de nous, ce que l'on appelle une brosserie de ménage qui fabrique des balais et des brosses de toutes sortes.

Radome a été voir sur place deux de ces établissements : les établissements Blaise à Perros-Guirec et les établissements Sauer à Saint-Brieuc pour avoir une idée de ce qu'est la brosserie.

UNE ACTIVITÉ TRÈS DIVERSIFIÉE.

L'une des caractéristiques de cette profession est la grande variété de produits qui fait d'ailleurs appel à des modes de fabrication très différents. On distingue ainsi onze sortes de branches différentes. La plus importante, du point de vue chiffre d'affaires, est la brosserie de ménage, elle inclut les brosses à habit, à laver, et les balais de toutes sortes. Ensuite vient la brosserie à peindre avec son cortège de pinceaux plats ou ronds de tous les gabarits.

En troisième position, il y a la brosserie de toilette. Puis vient la brosserie industrielle : brosses circulaires adaptables sur machines-outils par exemple. D'égale importance approximativement sont les rouleaux à peindre et les pinceaux « fins ». Ces derniers sont les outils des peintres d'art, des retoucheurs.



Enfin, pour compléter ce tableau, citons encore la brosserie métallique, les goupillons du type lave-bouteilles, les brosses à barbe, les plumeaux, les brosses à garniture de coton : lavettes et balais.

Cet éventail de produits, absolument différents les uns des autres, constitue l'activité de la brosserie en France.

ARTISANAT ET INDUSTRIE.

Jusqu'à la guerre 39-45, la brosserie a été une activité tout à fait manuelle. L'absence de machines perfectionnées et sûres faisait que le machinisme avait beaucoup de mal à s'implanter dans la profession. Regroupée en manufacture, ou dispersée dans de petits ateliers utilisant de la main-d'œuvre à domicile, la brosserie restait dans le domaine de l'artisanat.

Les premières machines semi-automatiques ont fait leur apparition après la guerre et ont vite permis de produire plus, et à meilleur marché. Cependant un certain nombre de produits se prêtent mal à l'automatisation : ainsi la brosserie des pinceaux fins utilisant de la matière première très coûteuse et nécessitant un travail délicat reste encore essentiellement manuelle.

L'introduction de la machine a considérablement augmenté les rendements. Si une ouvrière produisait 10 brosses à l'heure, une machine simple en produit 25 dans le même temps, une machine semi-automatique 40, et une machine automatique entre 100 et 200.

Ce passé d'artisanat a marqué profondément les structures actuelles de la broserie. Les unités de production sont éparpillées sur l'ensemble du territoire sans qu'il y ait prédominance d'une région déterminée. On note cependant une forte concentration de la broserie de ménage dans le département de l'Oise qui correspond sans doute à la proximité de la clientèle parisienne. Ces unités sont en général de dimensions assez moyennes et ne recouvrent chacune que certaines catégories de produits.

Est-ce à dire que nous avons affaire à une industrie vieillie et sclérosée? Le tableau ci-contre qui fait ressortir l'effort de concentration de la profession est suffisamment éloquent à ce sujet. La disparition progressive des entreprises marginales contribue à une amélioration constante de la productivité. A ce sujet, en prenant pour base 100 en 1964, la productivité de la profession dans son ensemble est passée à l'indice 120 en 1967; ce qui est très considérable au niveau d'une profession.

LA MATIÈRE PREMIÈRE.

De quoi est faite tout d'abord une brosse? Précisons qu'en langage de métier ce terme désigne aussi bien un balai qu'un pinceau et que les peintres en bâtiment par exemple parlent plutôt de « brosse » que de « pinceau ». Ceci étant dit, on distingue deux parties très différentes dans la brosse : la monture et la garniture.

La monture ne présente pas grand intérêt. On y utilise les matériaux les plus divers : bois, matières plastiques, métaux, ivoire, corne, etc. Le bois néanmoins garde une suprématie très affirmée et il est toujours considéré par la maîtresse de maison comme un matériau noble et familier.

La garniture par contre, partie active de la brosse, présente une originalité qui n'a d'égale que la variété des matériaux employés. On peut distinguer les diverses fibres suivant leurs origines : animales, végétales et synthétiques.

Il y aurait un volume à écrire sur les diverses manières d'utiliser à cet effet le système pileux animal. Bien que tous ces détails sortent un peu de notre propos, sachez cependant que le poil de la queue de la martre, utilisé pour des pinceaux très fins, vaut près d'un million d'anciens francs le kilo, et, qu'avec les poils du petit-gris (écureuil de Russie), c'est la fibre la plus noble utilisée par nos artistes-peintres. Comment résister par ailleurs au plaisir de vous apprendre que les poils de l'oreille du bœuf ou du poney sont eux aussi très prisés et, détail plus macabre, que ceux du poney mort-né sont d'une qualité remarquable.

Parmi les autres animaux qui apportent leur contribution poilue à cette industrie, citons encore la chèvre, le mouton (rouleau à peindre), le blaireau qui a donné



L'usine Sauer à Saint-Brieuc.

son nom à une brosse, le skunk, le zorino, le putois, l'ours, le bœuf, la baleine dont on découpe en fibres les fanons, l'oie dont la cote des plumes sert aux brosses de carénage.

On n'aura garde d'oublier l'homme lui-même qui, avouons-le bien humblement, possède un système pileux de qualité plutôt médiocre pour les usages de la broserie. Toutefois ce matériau figure dans les catalogues des vendeurs chinois.

Mais les plus gros fournisseurs en la matière sont incontestablement le porc et le sanglier. La qualité de leurs soies se prête particulièrement bien aux utilisations les plus courantes. Les soies de sanglier sont, en majeure partie, importées d'Iran et celles du porc sont une spécialité surtout chinoise. Les soies de porc bretonnes sont de qualité moins bonnes. C'est que le porc breton, élevé industriellement et tué très jeune, n'a pas le temps ni les moyens de se couvrir d'une toison qui ait une qualité comparable à celle de ses collègues chinois restés plus près de leur état de nature.

Voici pour les fibres animales : quant aux fibres végétales elles sont, elles aussi, très diverses. Une des plus importantes est le chiendent qui fait le désespoir de nos jardiniers mais trouve là son utilité. Le chiendent utilisé en broserie est produit en totalité au Mexique. Le tampico est une fibre provenant de la feuille d'agave. La fibre entourant la noix de coco sert à faire des balais. Le piassava est une fibre que l'on retire de certains palmiers d'Afrique ou d'Amérique; on utilise en broserie ses feuilles, son tronc et même ses lianes. Il ne faut pas oublier enfin les graminées comme l'alfa ou le sorgho qui constituent la « paille de riz » de certains balais.

En dernier lieu, mais en progrès constant, viennent les fibres synthétiques à base de chlorure de vinyle ou de polyamide (Nylon, Rilsan). On n'aura garde d'oublier non plus les garnitures métalliques en acier, laiton, bronze, etc., ainsi que quelques matériaux utilisés à titre tout à fait accessoires comme le coton, le feutre ou le caoutchouc.

LA FABRICATION.

Ce tour d'horizon des matériaux utilisés en brosseerie permet immédiatement de se faire une idée des principaux problèmes de fabrication. La matière première donc est en provenance de tous les pays du monde et en particulier de pays lointains. L'approvisionnement pose donc souvent des problèmes tant du point de vue de la qualité, que de la quantité ou du prix. Sur ce dernier point songeons par exemple que le prix du gramme de poil de martre est supérieur à celui du gramme d'or. Pour en arriver à un produit final de qualité constante, le fabricant de brosses doit faire un dosage judicieux des différentes qualités de fibres qu'il reçoit. Qu'un pays, producteur exclusif d'une fibre, ne puisse plus livrer et il faut immédiatement trouver une solution de remplacement à des prix comparables.

Pour ce qui est de la fabrication elle-même, on a vu qu'elle était de plus en plus mécanisée sauf quelques fabrications délicates qui ne peuvent se faire qu'à la main. Les machines, qu'elles soient automatiques ou seulement semi-automatiques, sont basées sur le même principe. La monture est percée de trous, puis une touffe de fibres munie d'un crochet en α y est insérée de force, le crochet étant finalement enfoncé dans la masse de la monture.

Le positionnement des trous est maintenu exactement constant par des matrices métalliques sur lesquelles vient s'incruster un pointeau-témoin, solidaire des parties mécaniques utilisées pour les perforations et la pose des touffes.

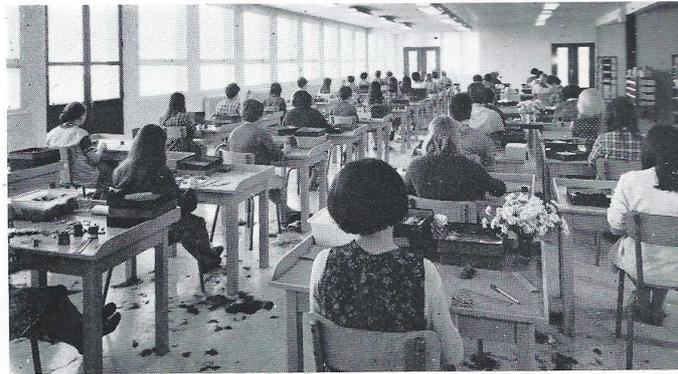
Pour ce qui concerne le pinceau fin, les opérations manuelles restent la règle. Les précieux poils sont tout d'abord calibrés selon leur taille. Il convient de noter que dans ce genre de fabrication la partie active du pinceau, la pointe, n'est jamais coupée. Cette extrémité du poil que l'on appelle la « fleur » et qui est la partie visible de la toison, étant essentielle pour la qualité du produit.

Après calibrage et mélange éventuel, les touffes elles-mêmes sont étalonnées dans un godet qui lui donne sa forme puis collées et serties dans une virole, le manche étant posé en dernier lieu.

LA COMMERCIALISATION.

Internationale pour l'origine de ses matières premières, la brosseerie l'est aussi pour l'écoulement de ses produits. La France en effet a toujours occupé sur le plan mondial une place de choix dans cette industrie. Elle jouissait même jusqu'en 1789 d'un monopole européen et mondial pour le pinceau d'artiste.

Si certaines maisons se sont spécialisées en fonction d'une clientèle bien déterminée, le cas général est l'usage du représentant multicartes qui, visitant par exemple une clientèle d'instituts de beauté, présentera



à la fois les brosses de toilette d'un fabricant et les pinceaux à cosmétique d'un autre fabricant. Il est assez amusant de constater par exemple que les établissements Blaise qui occupent 12 personnes à Perros-Guirec et 35 à Charleville, où se trouve le siège social, emploie par contre 55 représentants, dont 8 à l'étranger.

La profession entière a réalisé en 1967 un chiffre d'affaires total de 25 milliards d'anciens francs. Ce qui est relativement peu pour les 271 entreprises alors affiliées à la fédération de la brosseerie. Marquée par son passé, cette industrie garde donc souvent des structures relativement artisanales. Quels sont ses problèmes ? On peut citer tout d'abord l'augmentation du coût de la main-d'œuvre. Longtemps compensé par une qualification plus grande, le coût de la main-d'œuvre européenne a maintenant grand mal à lutter contre les industries étrangères où le personnel est moins payé. C'est ainsi que la Chine (par Hong-Kong), le Japon, la Corée commencent à battre sérieusement en brèche, sur les marchés internationaux, la suprématie de leurs concurrents européens. Du point de vue matériel cependant cette différence de coût joue assez peu, les fabricants de machines à brosseerie étant pratiquement tous européens : quatre en Allemagne dont trois dans la seule ville de Todtnau en Forêt Noire, et deux en Belgique.

Un autre problème de la profession est le décalage entre les besoins des clientèles, française et étrangère. Les peintres en bâtiment français par exemple ne veulent pas de fibres synthétiques, 1 % seulement de la production, cependant qu'aux États-Unis cette proportion atteint 50 %. Il en est de même pour la couleur de la fibre, qui doit être blanche, de la virole qui doit être en cuivre, etc. L'éparpillement des unités de production ne permet pas de lutter efficacement contre ces maux.

C'est d'ailleurs là que se trouve l'originalité de la brosseerie qui, bien que fabricant en général des produits de grande consommation, n'est pas structurée en grandes unités de production.

R. H.

ACTIVITES CULTURELLES

Les Tréteaux Libres de Genève

L'art dramatique de demain réunira tous les arts et toutes les ressources expressives... Il sortira des salles fermées, il débordera de toutes les enceintes...

Firmin Gémier.

La centaine de spectateurs lannionnais qui, il y a juste un an, sont venus voir *La Machine* et *Le Blé* se souviennent encore de leur soirée : concernés dès leur entrée par la pièce *La Machine*, ils devenaient des éléments de celle-ci. Dépersonnalisé par le numéro qu'on lui passait autour du cou, le spectateur se trouvait intimement mêlé à cette dénonciation d'un monde déjà évoqué par Chaplin dans *Les Temps Modernes*.

Ils ont aimé ou ils ont détesté ces jeunes gens en blue-jeans, les cheveux longs, le style hippie, mais de toute façon, personne n'est resté indifférent à cette forme de théâtre proche de celle du « Living Theater ».

Le 27 mai 1969, les Tréteaux Libres de Genève reviennent à Lannion avec *QUO VADIS*, création collective.

Par quoi peut se caractériser votre théâtre ?

Il s'agit de spectacles de recherche collective, visant à redécouvrir un langage proprement théâtral, basé sur l'expression corporelle (nous faisons beaucoup d'exercices physiques, de yoga), le travail vocal, etc. Notre recherche tend également à établir de nouveaux rapports avec le spectateur, exigeant de lui une certaine forme de participation. Il s'ensuit que la salle devient pour nous un lieu scénique presque au même titre que la scène proprement dite.

Votre prochain spectacle à Lannion sera « Quo Vadis ». Pourquoi une création collective ?

Les deux tiers du monde meurent de faim - un tiers du monde meurt d'ennui. Le besoin de créer ce spectacle ne provient donc pas d'un snobisme, mais d'un malaise dû au déséquilibre entre l'évolution matérielle et la pensée, au sein de notre civilisation : les systèmes se succèdent, pleins de promesses, mais l'individu, lui, ne change pas.

Le théâtre nous paraît comme étant le meilleur moyen de sensibiliser les gens à ce problème. Pour cela, il ne suffit pas que les « comédiens » en parlent, mais qu'ils soient directement engagés dans ce qu'ils proposent sur la scène comme dans la rue. C'est pourquoi nous cherchons, dans notre propre communauté, à réaliser une vie quotidienne harmonieuse dans le respect de l'individu. Toutefois les résultats ne sont pas très

brillants, et pour le moment, il n'y a de communautaire que l'illusion d'être ensemble : la communauté véritable reste à créer. QUO VADIS ? a été conçu à partir de réflexions et des expériences personnelles de chaque membre de la troupe.

Quelles sont justement vos conditions de vie ?

Nous essayons donc de vivre en communauté. Depuis le début de nos activités (environ 2 ans), les « comédiens » n'ont touché aucun salaire. Souvent, au contraire, ils ont dû investir l'argent, gagné pendant la tournée grâce à des travaux annexes tels que terrassements, jardinage... Nous logeons généralement chez les habitants des villes où nous nous produisons. Nous travaillons plus de huit heures par jour.

Nos conditions de vie sont souvent dures, et rendent le recrutement difficile. Mais nous arrivons à nous débrouiller.

Il le faut bien. On ne fait pas un théâtre de recherche comme celui-là pour gagner de l'argent, et il n'y a pas à manger tous les jours aux Tréteaux Libres.

On aime ou on n'aime pas, mais on ne peut que constater cette sincérité et cette jeunesse qui les poussent à certains excès peut-être, mais qui nous les rendent sympathiques.

Au point d'usure où notre sensibilité est parvenue, nous avons besoin avant tout d'un théâtre qui nous réveille les nerfs et le cœur.

B.L.



SPORTS



JUDO

Pour mieux accueillir la centaine de pratiquants que compte la section, l'ASPTT-Judo disposera à partir de l'automne prochain d'un nouveau dojo contigu à la salle des sports. Robert Hascoat l'entraîneur de cette section pourra alors former dans de meilleures conditions encore, de nouvelles ceintures noires. Ce qui caractérise le mieux cette section actuellement est la jeunesse de ses adeptes.

FOOTBALL

La photo ci-dessous a été prise à l'école de football de l'ASPTT qui a connu cette année un vif succès auprès des jeunes. Si l'an dernier en effet l'effectif se réduisait environ à une quinzaine de jeunes, c'est plus de cinquante qui s'y sont inscrits cette année pour bénéficier des conseils éclairés de Roger Stéphan et Jean Guiomar équipiers premiers de l'ASPTT et éducateurs



diplômés. Ces jeunes ont de 10 à 14 ans, et l'an prochain la création d'une équipe « minimes » leur permettra de s'aguerrir dans le championnat des Côtes-du-Nord. Déjà, en tournoi de sixte à Pluzunet, cette équipe minime a remporté la coupe que convoitaient dix autres équipes minimes de la région.

Quant à l'équipe fanion de l'ASPTT elle n'a pas réussi à décamponner l'équipe voisine de Ploumanach qui a terminé à la première place. La poule des seconds ne lui a pas permis non plus d'accéder à la division supérieure et de mieux concrétiser ainsi une saison qui avait fort bien commencé mais s'est terminée dans un certain essoufflement.

BASKET-BALL



Une phase du match AS Monaco - ASPTT Lannion.

L'équipe masculine de basket de l'ASPTT termine une très bonne saison qui la voit accéder à la division Fédérale grâce à sa deuxième place et à une remarquable constance durant toute la saison.

Le nouveau gymnase du terrain de sports de l'ASPTT a été par ailleurs le théâtre d'exploits retentissants en Coupe de France de basket. Parvenue en 64^e de finale on ne donnait pas cher de notre équipe devant l'ALG de Nantes, équipe de Nationale II. En fait cet obstacle était brillamment contourné comme l'étaient en 32^e, puis en 16^e, ceux constitués par les équipes de Fédérale que sont l'AS Cabourg et la Vendéenne. C'est à l'AS Monaco qu'il appartenait en 8^e de finale d'éliminer l'ASPTT-Lannion sur le score de 62-50.

Ces succès et le cadre plaisant du gymnase ont redonné aux lannionnais le goût du basket et on a eu bien du mal, lors de certains matches, à accueillir les très nombreux spectateurs.

ENTRE NOUS

LES NOUVEAUX VENUS AU CNET

DÉCEMBRE 1968

Albert Chappe (QFC) **Jean-Louis Delisle** (CCI)
Gildas Lamour (QFC) **Alain Gentric** (RTD)
Georges Raynal (RTD) **Jacques Autret** (RTD)
Louis Merdrignac (CTS) **Raymond Laugaudin** (CTS)
Joël Rivallain (CCI)

JANVIER 1969

Marcel Grillot (EVL) **Simone Briend** (LCC)

FÉVRIER 1969

Jean-Yves Meuric (CEI) **Alain Danielo** (RCE)
Michèle Minier (LCC) **Claude Lieppe** (CCI)
Claude Bosselut (CCI)

MARS 1969

Jean-Marie Le Flahec (QFC) **Jean-François Omnès** (CEI)
Jean-Yves Le Goff (LCC) **Albert Le Goaziou** (LSI)
Jean-Pierre Rohan (LCC) **Andrée Larrivain** (AGD)
Jean-Louis Bourbao (CTS) **Martine Couloignier** (QFC)
Jacques Bonnier (QFC) **René Lacroix** (SMT)
Gérard Lacaussade (SMT) **Jacques Durieux** (QFC)
Jean-Claude Ménez (RTD)

AVRIL 1969

Michel Le Cun (LCC) **Maryse Cloatre** (CEI)
Loïc Rivoallan (LCC) **André Petit** (RTD)
Jean-Jacques Adam (BAT) **Yvon Madec** (SMT)

PROMOTIONS

Nommé directeur régional :

Émile Julier, ingénieur en chef chargé du CNET - Lannion.

Nommé ingénieur en chef :

André Pinet (RCI)

Nommés ingénieurs 1^{re} classe :

Jacques Vincent-Carrefour (CEI)
Michel Camus (RCE)
Michel Popot (CTS)

Reçus au concours d'inspecteur principal adjoint des services administratifs :

Jean-François Le Page (PAS) **François Frey** (SMT)

Nommés inspecteurs centraux :

Jean Saint-Sevin (LEC) **Jean Dantec** (CCI)
Yves Picart (RTD) **Louis Coetmeur** (QFC)

Reçus au concours de dessinateur-projeteur :

Marcel Lorand (RTD) **Jean Duchêne** (CTS)
René Aupetit (CTS)

Reçus au concours spécial de contrôleur :

Marcelle Jan (RCI) **Madeleine Garaby** (PAS)

Nommé maître ouvrier d'état :

Fernand Bischoff (QFC)

Reçus au concours d'agent d'exploitation :

Éliane Rebejac (AGD) **Catherine Ubertal** (LCH)

Reçu conducteur automobile :

Jacques Gamas (CTS)

Ont satisfait aux essais professionnels d'ouvrier d'état :

Jean Nicol (LSI) **Yvon Carré** (RTD)
Robert Jacob (CTS) **Céline Dagorn** (LSI)
Roger Illiet (LSI)

Nommé agent de service :

Edmond Guillou (RCE)

NAISSANCES

DÉCEMBRE 1968

Didier, fils de **Bernard Rabette**, dessinateur (RTD).
Valérie, fille de **Claude Pichonnet**, inspecteur (CTS).
Émerick, fils de **Patrick Le Paranthoen**, ouvrier d'état (LCH) et de **Paulette**, ouvrière d'état (RTD).
Gilles, fils de **Jean-Yves Le Traon**, ingénieur (LCH).

JANVIER 1969

Karine, fille de **Bernard Loriou**, ingénieur (LCH).
Françoise, fille de **Jean-François Le Pape**, contrôleur (CCI).

FÉVRIER 1969

Alain, fils de **Jean Henry**, agent contractuel (EVL).
Karine, fille de **Yvon Le Gallou**, contrôleur (ETA).
Patricia, fille de **René Besson**, inspecteur (ETA).
Ludovic, fils de **Henri Jacq**, contrôleur (QFC).
Guirec, fils de **Jean-Yves Queffeuilou**, ingénieur (CCI).
Cécile, fille de **Gérard Colvez**, agent de service (LSI).
Michel, fils de **Paul Blanquart**, ingénieur en chef (QFC).
Armelle, fille de **Roland Schaad**, inspecteur (SMT).

MARS 1969

Serge, fils de **Jean-Frédéric Zurcher**, inspecteur (ETA).
Agnès, fille de **Alain Meudic**, agent contractuel (EVL).
Jean-Luc, fils de **Dany Renaud**, contrôleur (QFC).
Éric, fils de **Roland Chevreul**, dessinateur-projeteur (RTD).
Éric, fils de **André Nicolas**, contrôleur (CTS).

AVRIL 1969

Elsa, fille de **Jean-Michel Person**, ingénieur (ETA).
Vianey, fils de **Guy Briand**, contrôleur (SMT).
Maryse, fille de **Clément Trolet**, contrôleur (CCI).
Laurent, fils de **Henri Combet**, ingénieur (DR) et de **Annie**, ingénieur (CEI).
Jean-Baptiste, fils de **Pierre Rio**, ingénieur (LCC) et de **Denise**, agent contractuel (QFC).
Stéphane, fils de **Jean-Pierre Le Pichouron**, ouvrier d'état (LSI).

MARIAGES

DÉCEMBRE 1968

Michel Tréheux, ingénieur (SMT) avec **Angélique Broudic**, agent contractuel (LCC).
Jean-Louis Floch, agent contractuel (EVL) avec Marie-Louise Balcou.
Françoise Guivarch, sténo-dactylo (AMC) avec Gérard Garnier.
Yves Robin-Champigneul, ingénieur (RCE) avec Sabine de Castilla.
Philippe Grall, ingénieur (CCI) avec **Françoise Keraudren**, ingénieur (RCE).
Christian Carrier, ingénieur (CEI) avec Monique Allagnat.

FÉVRIER 1969

Bernard Mathieu, dessinateur (RTD) avec **Marie-Paule Le Chuer**, agent contractuel (LCH).

MARS 1969

Jacques Autret, contrôleur (RTD) avec Hélène Tartu.

AVRIL 1969

Jean-Marie Le Flahec, contrôleur (QFC) avec **Marie-Claude Helary**, agent de bureau (CTS).
Jean Yver, contrôleur (SMT) avec Geneviève Mériel.
Jeanine Brochen, agent de bureau (ETA) avec Joël Denmat.
Pierre Le Cabec, contrôleur (SMT) avec Geneviève Raoul.

