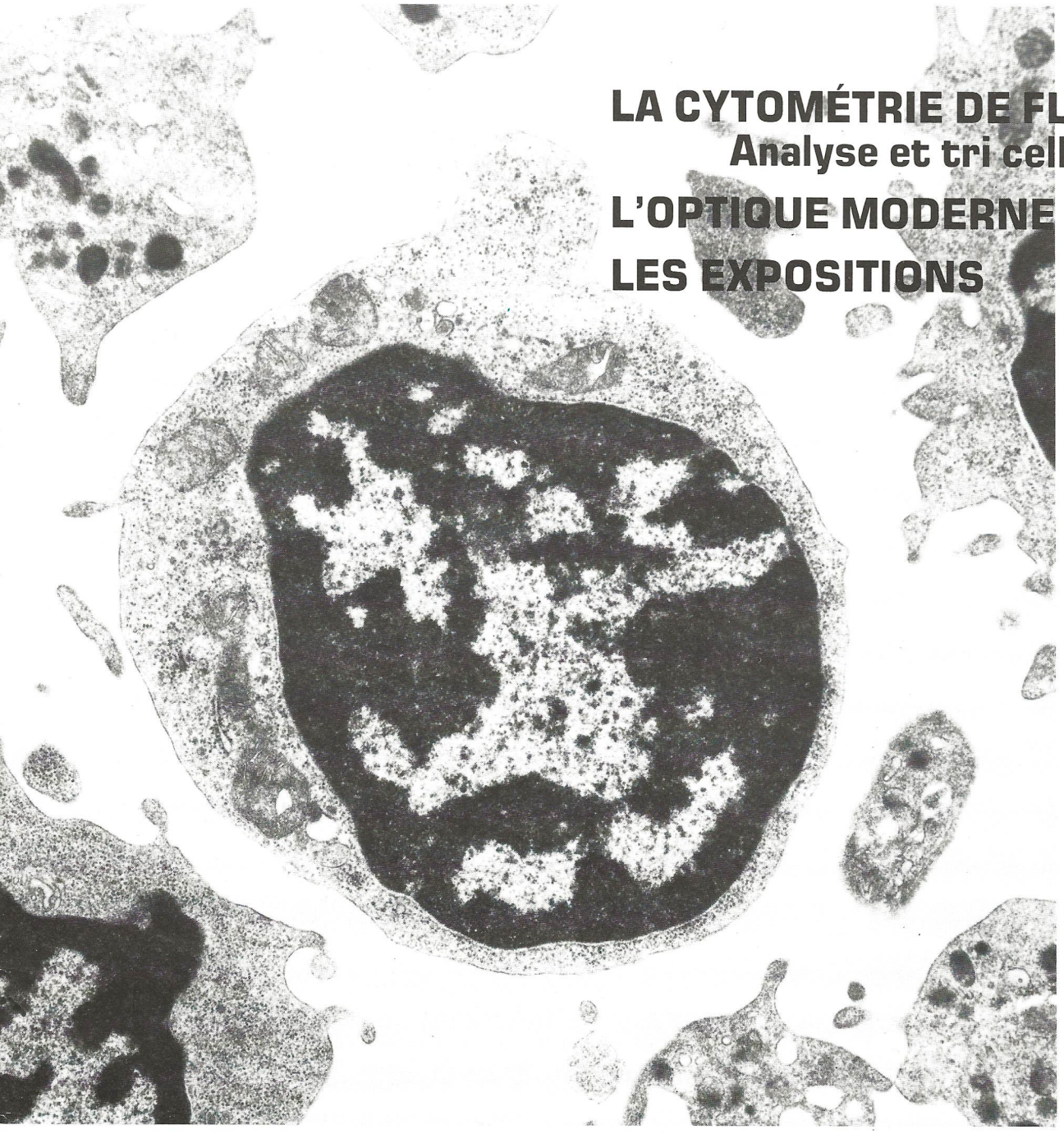
AUVERGNE SCIENCES

BULLETIN DE L'ADASTA

N° 1 – Janvier – Février – Mars 1987 15 F



LA CYTOMÉTRIE DE FLUX : Analyse et tri cellulaire

L'OPTIQUE MODERNE

LES EXPOSITIONS

ADASTA

ASSOCIATION POUR LE DEVELOPPEMENT DE L'ANIMATION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE EN AUVERGNE

SOMMAIRE

— **L'éditorial** du Président 3

— **La recherche : La cytométrie de flux : Analyse et tri cellulaire** par J. Chassagne et J.C. Capelani 4

L'optique moderne par Michel Henry 7

Une application de l'optique non linéaire par Michel Massaux 7

— **Un centre de recherche :** Le Centre International Blaise-Pascal par D. Descotes 8

— **Expériences pour tous** par Roland Jouanisson 9

— **Projets d'Actions Educatives (PAE)** à caractère scientifique 10

— **Une exposition des musées d'Aurillac :** Mines d'Auvergne et du Limousin 12

— **Stage de formation** Construction d'un petit moteur électrique 12

— **Exposition et conférences au CRDP :** L'énergie solaire 13
Le jouet solaire 13

— **Histoire des Sciences et techniques :** La collection Alexandre CLAIR du Musée Crozatier au Puy 14

— **Nouvelles de la Région** 15

Agrinov 16

Images de la Science 16

Photographie de la couverture :
Cellule lymphoïde grossie 5000 fois (microscopie électronique).

ADASTA

CONSEIL D'ADMINISTRATION

Président : **M. VESSIERE,** Professeur à l'Université de Clermont II.

Vice-Présidents : **M. RONDREUX,** Directeur des Affaires Scientifiques et Techniques à la Manufacture MICHELIN.
Mlle CHATONIER, Doyen de la Faculté de Pharmacie.
M. SEBILLE, Président de la Section Académique de l'Union des Physiciens.

Secrétaire : **M. CAPELANI,** Ingénieur au Centre Jean-Perrin.

Trésorier : **M. BON,** Maître de Conférences à l'Université de Clermont II.

Conseiller : **M. HULIN,** Directeur du Palais de la Découverte.

Directeur Scientifique : **M. JOUANISSON,** Maître de Conférences à l'Université de Clermont II.

Membres : **M. ACKERMANN,** Directeur du CUST.
M. COULET, Président de l'Université de Clermont I.
M. FONTAINE Président de l'Université de Clermont II.
M. GARDES, Maître de Conférences à l'Université de Clermont II.
M. IRIGARAY, Professeur à l'IUT.
Mme JOBERT, Conservateur à la Bibliothèque Interuniversitaire.
M. SOLE Chef du Service d'Ophtalmologie au CHRU.
M. THIVEND, Président du Centre Régional de l'INRA.
M. VERDIER, Directeur de l'Ecole Supérieure de Commerce de Clermont-Fd.
Mme YACINE, Professeur au Lycée d'Issoire.
M. YVIQUEL, Directeur Régional d'EDF.

déjà à cette activité. *Siège social* : 26, rue Philippe Glangeaud, 63000 Clermont-Ferrand.

5 juin 1986. Déclaration à la préfecture du Puy-de-Dôme. **Association pour le développement de l'animation scientifique et technique en Auvergne.** *Objet* : diffuser et promouvoir la culture scientifique et technique dans la région Auvergne, notamment auprès des jeunes, en réalisant elle-même un certain nombre d'opérations locales répondant à ce but et en créant, de plus, les conditions d'une coopération active avec l'ensemble des autres acteurs régionaux et nationaux susceptibles d'intervenir dans le domaine de la culture scientifique technique et industrielle. *Siège social* : complexe scientifique des Cézeaux, 63170 Aubière.

6 juin 1986. Déclaration à la préfecture du Puy-de-Dôme. **Les P'tits Loups, crèche parentale.** *Objet* : créer un lieu d'accueil pour les petits

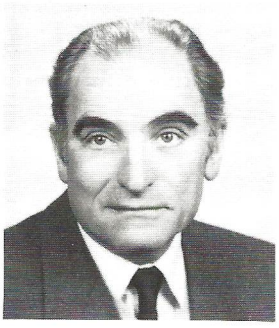
L'ADASTA a bénéficié en 1986 du soutien financier :

- du Conseil Régional d'Auvergne,
- du Palais de la Découverte,
- du Ministère de l'Education Nationale (DBMIST)

Directeur de la Publication : Roger VESSIERE
Rédaction : Roland JOUANISSON

Bulletin trimestriel - Abonnement : 50 F par an
Edité par ADASTA Complexe des Cézeaux B.P. 45 63170 AUBIERE
Tél. 73 26 41 10 (poste 30 60)

Dépôt légal n° 441 - 1er trimestre 1987 Imprimerie Egullion - Clermont-Ferrand



LE MOT DU PRÉSIDENT

Notre région possède désormais son magazine d'informations scientifiques et industrielles.

*" **Auvergne Sciences** ", bulletin de l'A.D.A.S.T.A. (Association pour le Développement de l'Animation Scientifique et Technique en Auvergne) dont je salue la parution du premier numéro, apportera chaque trimestre à ses lecteurs des informations d'actualité sur les progrès techniques et scientifiques, sur la prévision de leur impact sur l'industrie et, nous l'espérons, des idées de transfert de technologie et d'innovation vers des applications nouvelles.*

*" **Auvergne Sciences** " rappellera, par ailleurs, à ses lecteurs que les sciences et les techniques leur sont géographiquement proches ; découvrir la réalité des entreprises et laboratoires locaux, informer sur l'activité scientifique et industrielle de notre région, sera donc l'un de ses principaux objectifs.*

Dans chaque numéro, des nouvelles brèves ou des articles plus fournis traiteront de ces divers domaines ; le sommaire de ce premier numéro en est, je pense, parfaitement représentatif.

Nous traversons une époque de profondes mutations technologiques, financières et économiques qui s'accompagnent de changements importants dans nos motivations de vie, de pensée ; aussi, nombreux sont nos concitoyens qui éprouvent quelques craintes devant leur environnement scientifique et technique. Or, développer la culture scientifique constitue précisément l'un des éléments, peut-être le principal, pour permettre à chacun de mieux appréhender le monde qui l'entoure, de maîtriser son devenir et d'en mesurer les enjeux.

Recevoir et utiliser l'information est le processus que nous avons à notre disposition pour nous adapter aux contingences du milieu ambiant et vivre efficacement dans ce milieu ; de ce point de vue, notre revue apportera à ses lecteurs une aide que nous souhaitons aussi efficace que possible.

R. VESSIÈRE

LA CYTOMÉTRIE DE FLUX : ANALYSE ET TRI CELLULAIRE

PRINCIPE ET APPLICATIONS

par J. Chassagne* et J.C. Capelani**

La cytométrie de flux est une technique qui s'est développée aux Etats-Unis il y a une vingtaine d'années et dont l'objectif initial était de compter et d'évaluer la taille des cellules en suspension.

Son principe fondamental de fonctionnement est de guider de manière hydrodynamique et à vitesse constante un flux cellulaire vers une zone de détection qui permet la génération de signaux optiques et électriques caractérisant la cellule.

Dans les années 1970, Salzman et coll. ont adapté cette méthodologie à l'étude des cellules sanguines ; ils ont ainsi montré que les lymphocytes, les monocytes et les granulocytes sanguins présentent des caractéristiques distinctes de diffusion de la lumière qui peuvent être mises à profit pour séparer ces différentes populations : les cellules, entraînées dans une veine liquide, défilent une à une devant un rayon laser à ion argon de 488nm de longueur d'onde. Ces cellules frappées par le rayonnement diffusent la lumière reçue dans toutes les directions. Des capteurs recueillent les rayons diffusés dans l'axe et perpendiculairement au faisceau laser, permettant ainsi d'obtenir des informations respectivement sur la taille et sur la constitution interne de la cellule. Ainsi, sur les seuls critères de taille et de contenu interne, les lymphocytes peuvent être distingués des autres leucocytes. En outre, chaque cellule peut être marquée spécifiquement par une sonde fluorescente, les cellules émettent alors une lumière verte qui sera captée puis analysée. L'utilisation de sonde s'avère très utile pour étudier différentes sous-populations morphologiquement identiques.

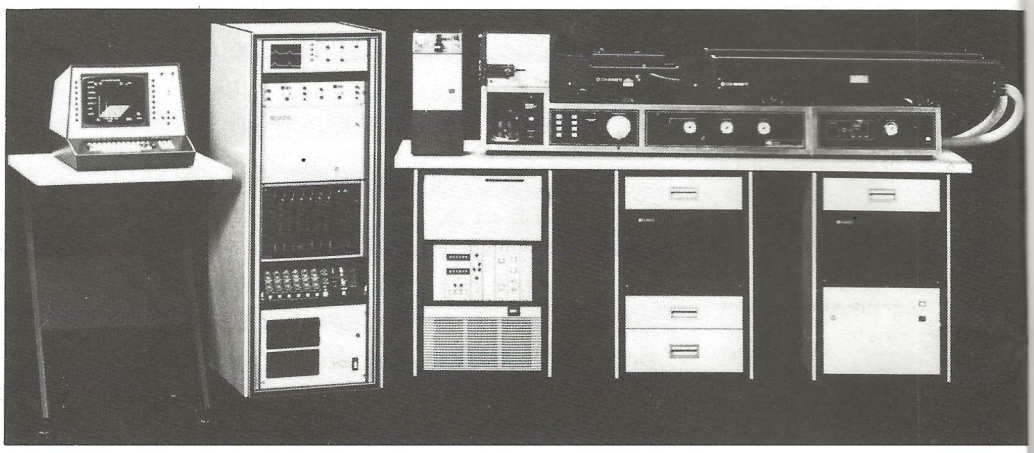
Depuis ces premiers travaux, l'évolution constante de ce type d'appareillage permet actuellement une analyse qualitative et quantitative de nombreux paramètres biologiques, chimiques et physiques de cellules individuelles et même de particules subcellulaires (chromosomes, mitochondries) appartenant à des populations hétérogènes. De plus, à partir des différents paramètres analysés, un tri peut être effectué afin de recueillir des sous-populations cellulaires et permet des études ultérieures.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Un cytomètre en veine liquide (ou en flux) se compose de 3 parties principales (schéma n° 1 ; photographe n° 1) :

- un banc optique : laser,
- un système de détection des signaux lumineux,
- un système d'acquisition et d'analyse des données,

Très succinctement, le principe de fonctionnement peut être résumé de la façon suivante : les particules (cellules ou autres) en suspension dans un liquide sont envoyées sous pression dans une cellule d'écoulement. A ce niveau, le flux de particules est entouré d'une gaine de liquide, dépourvu de particules, dont l'écoulement est laminaire. Les deux veines liquides sont coaxiales et s'écoulent par l'ajutage de la cellule et forment un jet. Cette focalisation hydrodynamique force toutes les cellules à suivre le même trajet dans la zone de détection. La pression de l'échantillon, la pression de la gaine et la concentration en particules sont contrôlées, de sorte que les cellules se présentent une à une dans le faisceau laser ; elles diffusent la lumière et émettent une fluorescence si elles ont été marquées avec une sonde fluorescente spécifique. La lumière diffusée et l'émission de fluorescence sont recueillies par des détecteurs qui les convertissent en impulsions électriques d'amplitude proportionnelle à la quantité de lumière reçue. Ces impulsions sont ensuite amplifiées puis digitalisées en vue d'être présentées sous forme numérique et sous forme d'histogramme de fréquence. La diffusion de la lumière est mesurée dans deux directions : vers l'avant du faisceau, dans un cône de 2 à 19°5 et à 90° la lumière diffusée vers l'avant est généralement proportionnelle à la surface de la section de la particule donc de sa taille, celle diffusée à 90° est plus en relation avec la structure interne (rapport nucléocytoplasmique et contenu du cytoplasme).



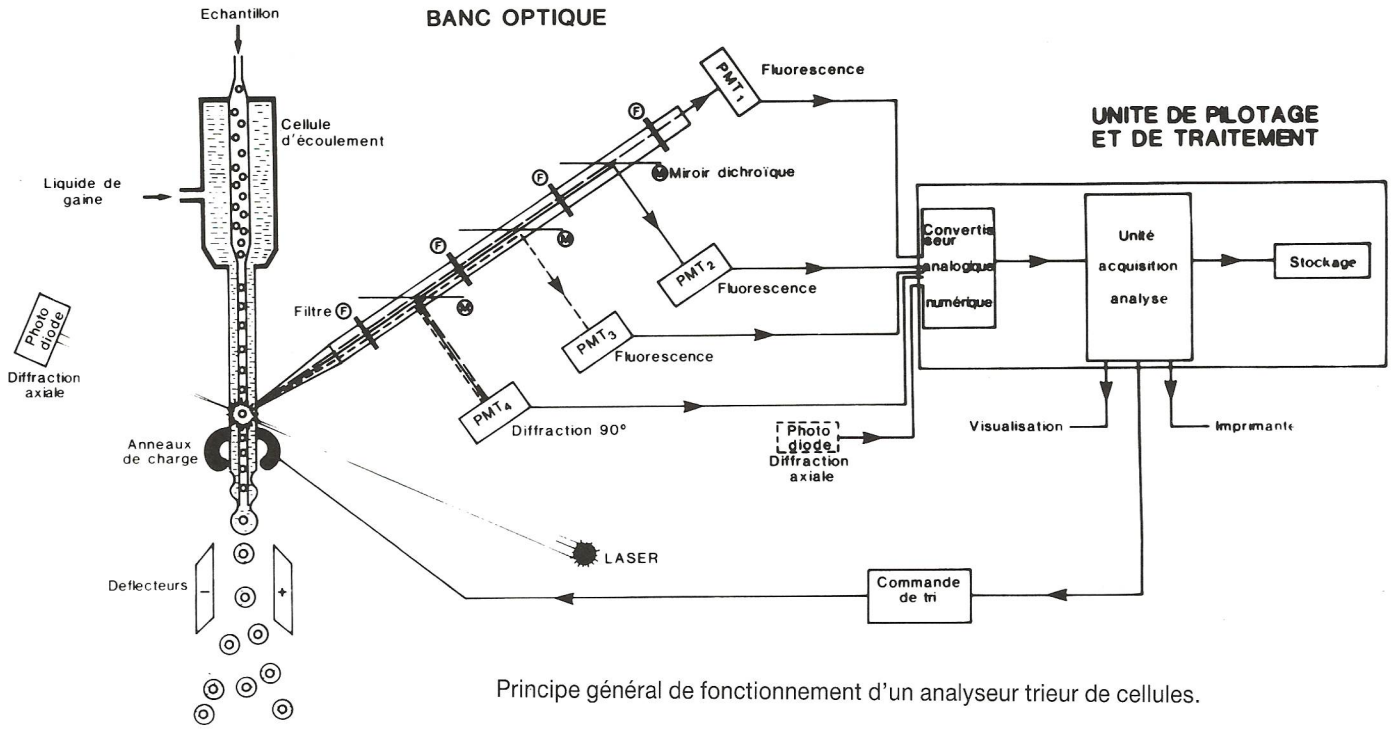
Vue Générale d'un analyseur trieur de cellules EPICS 751 Coulter.

La détection de fluorescence est basée sur l'utilisation de sondes spécifiques fluorescentes (anticorps) qui vont se fixer sur certaines structures membranaires des particules (antigènes). L'utilisation de ces sondes permet en particulier de séparer et d'analyser des sous-

* J. CHASSAGNE, Pharmacien, Chef de laboratoire, Laboratoire d'Immunologie.

** J.C. CAPELANI, Ingénieur, Chef du Service Scientifique et technique,

Centre Jean-Perrin, Place Henri-Dunant, B.P. 392, 63011 Clermont-Ferrand Cédex.



Principe général de fonctionnement d'un analyseur trieur de cellules.

populations cellulaires identiques en taille, l'étude des cinétiques cellulaires de populations normales et pathologiques par la mesure de leur ADN ou de leur ARN (les différents domaines d'application de la cytométrie seront décrits dans un des paragraphes suivants).

L'analyse d'un échantillon cellulaire étant effectuée, celui-ci pourra être séparé en différentes sous-populations distinctes. La séparation, qui repose sur les paramètres de diffusion et de fluorescence, est accomplie en faisant vibrer le jet échantillon-gaine au moyen d'un cristal piézo électrique. Cette vibration brise le jet en gouttelettes, chaque gouttelette contenant une cellule. Quand une cellule répond aux critères de séparation définis par l'utilisateur, une charge est placée sur la gouttelette contenant la cellule intéressante. Cette gouttelette chargée passe ensuite entre deux plaques de déviation et, selon la polarité de la charge, dévient la gouttelette soit vers la droite, soit vers la gauche dans des récipients collecteurs appropriés.

Cette description sommaire du principe de fonctionnement s'applique aux différents appareils existant actuellement sur le marché (FACS, EPICS, ATC 3000).

Dans les paragraphes suivants, nous décrivons plus spécifiquement l'appareil que nous utilisons au Centre Jean-Perrin : EPICS 751 (Coulter).

LASER

L'EPICS 751 est équipé d'un laser argon-ion de 5 watts INNOVA 905 UV (Cohérent). Ce laser émet dans le spectre visible de 457,9 à 528,7 nm et peut également fournir une puissance de 200 mW dans l'ultraviolet de 351,1 à 363,8 nm. De la source à la zone de détection le faisceau laser est direct, et a un diamètre de 1,5 à 2 mm selon la longueur d'onde, et entre ces deux points une optique à double lentilles cylindriques focalise le rayon laser de façon à obtenir une intensité optimale à son point de rencontre avec le jet. L'optique produit un faisceau elliptique de 16 μm de hauteur $\times$ 150 μm de largeur qui concentre toute la puissance du pinceau lumineux le long de l'axe vertical du jet.

DETECTEURS

Leur rôle sera double :

- capter l'énergie lumineuse émise par les cellules,
- transformer cette énergie lumineuse en énergie électrique.

Supposons qu'une cellule coupe le faisceau laser. Il y aura disparition de la lumière dans tout l'espace ; mais les mesures se feront uniquement dans deux directions par l'intermédiaire de deux photodiodes placées :

- l'une dans l'axe du faisceau laser et qui mesure la diffraction axiale,
- l'autre perpendiculaire au faisceau laser et qui mesure la diffraction à 90°.

Ces deux photodiodes ont une réponse spectrale de 350 à 1100 nm. En utilisation courante, le faisceau laser a une longueur d'onde de 488 nm, donc la lumière diffractée aura une longueur d'onde identique.

Si les cellules sont marquées par une sonde spécifique fluorescente nous devons tenir compte de deux paramètres caractéristiques de la sonde :

- longueur d'onde excitation : 488 nm pour la fluorescéine, 497 pour la rhodamine,
- longueur d'onde d'émission : 528 nm pour la fluorescéine, 523 pour la rhodamine.

Un système de filtres et de miroir dirige la lumière émise vers des détecteurs de fluorescence spécifiques de chaque sonde. Par exemple, pour l'émission de la fluorescéine, le détecteur est un tube photomultiplicateur optimisé pour l'émission de fluorescéine à 530 nm. Pour l'émission de la rhodamine, le tube photomultiplicateur, de plus grande sensibilité, couvre une gamme de longueur d'onde allant de 300 à 800 nm. Le PMT donne, pour une même énergie lumineuse, un signal électrique plus grand que le PMT de la fluorescéine.

La présence de 3 détecteurs de fluorescence nous permet, sur EPICS 751, de marquer une même cellule avec deux sondes fluorescentes différentes. Ceci est particulièrement intéressant pour la détection de cellules pathologiques.

Les paramètres mesurés à partir des tubes photomultiplicateurs comprennent à la fois les pics et les intégrales des signaux, ainsi que les logarithmes de ces mesures, dont le but est d'augmenter les impulsions de petite taille alors que les signaux de grande taille resteront à la même valeur.

Pour une cellule donnée, six paramètres seront disponibles.

Les signaux, une fois détectés, seront pris en compte par un système informatique qui va gérer à la fois l'acquisition et l'analyse des données. L'informatique ne pouvant traiter des signaux sous forme analogique, ceux-ci seront transformés en signaux numériques par l'intermédiaire de convertisseurs analogiques-numériques.

ACQUISITION ET ANALYSE DES DONNEES

Deux micro-ordinateurs (64 K octets de mémoires par microprocesseur) permettent simultanément d'acquérir des données, d'analyser et de séparer des populations de cellules, corrélées en fonction de 1 à 6 paramètres. De plus, un terminal de visualisation graphique permet un contrôle de l'acquisition des données sous forme d'histogramme.

APPLICATIONS

Les analyseurs trieurs de cellules jouent un rôle important dans des domaines aussi variés que l'immunologie, l'hématologie, la cancérologie, la cytogénétique, mais également la virologie, la physiologie végétale et de manière plus générale, toute discipline concernée par l'étude de la cellule ou de particules sub-cellulaires.

Dans ce bref chapitre, nous nous intéressons plus particulièrement aux domaines immunologiques et cancérologiques en essayant de montrer ce que la cytométrie en flux apporte en plus par rapport aux techniques classiques d'analyse cellulaire.

IMMUNOLOGIE

Il semble important de rappeler que toute cellule est caractérisée par la présence, à sa surface, de molécules appelées antigènes. Ainsi, les lymphocytes, cellules clefs de l'immunité, possèdent, au niveau de leur membrane des antigènes spécifiques absents sur tous les autres types cellulaires. De même, les monocytes ou les polynucléaires, autres cellules sanguines, possèdent des antigènes spécifiques. En règle générale, toute population cellulaire, hématopoïétique ou non, possède des antigènes spécifiques la caractérisant.

Si l'on s'intéresse plus particulièrement à la population lymphoïde, morphologiquement identique, celle-ci peut être divisée en une dizaine de sous-populations différentes quant à leurs caractéristiques antigéniques. En effet, à côté des antigènes présents sur tous les lymphocytes et cités précédemment existent d'autres antigènes qui ne seront présents que sur une sous-population bien définie et ayant des propriétés physiologiques bien précises. La connaissance de la répartition de ces différentes sous-populations présente un intérêt fondamental dans certains processus pathologiques. Le problème essentiel est donc, pour quantifier puis étudier ces différentes sous-populations morphologiquement identiques, de les repérer " physiquement ". Ceci est réalisé par l'intermédiaire d'anticorps spécifiques de ces antigènes. Ces anticorps couplés à une substance fluorescente vont donc se lier sur la membrane cellulaire au niveau des antigènes qu'ils vont reconnaître. Actuellement, sur le marché existent 25 à 30 anticorps différents détectant autant de sous-populations lymphoïdes différentes. Le principe général de la cytométrie en flux sera donc de faire passer les cellules (certaines marquées par la sonde fluorescente, d'autres non marquées) devant le faisceau laser dont la longueur d'onde sera fonction du fluorochrome. L'ensemble de la population sera analysé en diffusion de lumière et en intensité de fluorescence. Ainsi, nous aurons accès à différents paramètres caractéristiques d'une population.

- taille par la diffusion mesurée aux petits angles,
- morphologie et structure interne par la diffusion mesurée à 90°,
- mise en évidence d'antigènes membranaires par mesure de fluorescence.

Ces mesures permettront d'élaborer une véritable " carte d'identité " antigénique de la population lymphoïde d'un individu donné. Ceci est particulièrement important dans certaines situations pathologiques (SIDA, immunodépressions diverses) où seule l'étude immunologique permet d'établir un diagnostic de certitude.

CANCEROLOGIE

L'utilisation de la cytométrie en flux en cancérologie a débuté depuis quelques années. Dans ce domaine sont plus particulièrement étudiés :

– les tumeurs solides :
  - quantification de l'ADN nucléaire dans un but diagnostic et pronostic,
  - étude des cycles cellulaires des cellules tumorales,
  - analyse des effets d'agents chimio-thérapeutiques sur la cinétique de croissance cellulaire.

Il est à noter que, pour les études d'ADN nucléaire et de cycle cellulaire, deux types de colorants sont utilisés : soit des agents intercalants (bromure d'éthidium, acridine orange), soit des antibiotiques fluorescents ayant une forte affinité pour la guanine de l'ADN (mithromycine, chromomycine).

– leucémies et lymphomes.

Dans ce type de pathologie, la détermination des antigènes membranaires présente un intérêt à la fois diagnostique, pronostique et thérapeutique. En outre, la cytométrie de flux permet la détection de cellules pathologiques présentes en quantité minime (10^{-4} jusqu'à 10^{-7}) et qui échapperaient aux méthodes classiques d'analyse.

*

CONCLUSION

La cytométrie consiste à analyser et à séparer des cellules et leurs composants. Ceci est réalisé en corrélant des mesures d'intensité de fluorescence et de diffusion de lumière. En règle générale, les méthodes classiques d'analyse ne délivrent qu'un seul paramètre à la fois (volume ou taille, cellule fluorescente ou non). La plupart ne peuvent mesurer qu'un nombre restreint de cellules au détriment de la valeur statistique du résultat. Par exemple, la lecture au microscope de cellules fluorescentes s'effectue sur un échantillon de 200 cellules. Quant aux procédés classiques de séparation, ils sont lourds à mettre en œuvre et comportent toujours des risques de contamination.

En revanche, la cytométrie en flux permet une analyse et un tri cellule par cellule sur plusieurs paramètres. Cette méthode de tri est très efficace en pureté des fractions triées (de 99 à 100 %). De plus cette technologie analyse et trie 100.000 cellules par minute. Si cette technique connaît actuellement un grand essor, c'est qu'elle présente de nombreux avantages justifiant son utilisation de préférence aux méthodes conventionnelles d'observation et de séparation cellulaire. En outre, elle a donné lieu à de nouvelles approches, jusque-là impossibles et a ouvert les champs nouveaux d'application.

OPÉRATION PILOTE EN SCIENCES PHYSIQUES

Le matériel scientifique nécessaire pour l'enseignement des sciences expérimentales coûte cher. De plus, les changements de programmes fréquents exigent la création d'un matériel nouveau.

L'introduction en classe de 5e des circuits logiques posait un problème sérieux aux responsables pédagogiques : comment répondre à une demande massive de matériel adapté à ce programme ?

Le Professeur Jean-Léon IRIGARAY, nouveau chef de Mission à la Formation des Personnels de l'Education Nationale (MAFPEN), a proposé au Conseil de cette Mission, présidé par Monsieur le Recteur d'Académie, de mettre en chantier la création de prototypes qui répondraient aux exigences des programmes. Trois organismes – dont l'ADASTA, l'Ecole Normale et l'IRESPT – ont présenté des projets.

L'équipe de Recherche Pédagogique de l'ADASTA, animée par Roger BON et Gérard DEPREUX a créé de toutes pièces un modèle d'appareil qui est actuellement testé dans un collège avec des élèves.

Les modèles retenus devraient être réalisés dans des lycées professionnels et mis ensuite à la disposition des collèges.

Cette opération " Pilote " est une excellente initiative qui contribuera à améliorer la formation scientifique des jeunes.

L'OPTIQUE MODERNE

par Michel Henry
(Université Pierre et Marie Curie - Paris)

L'optique, comme les autres domaines de la physique progresse " par bonds ", chaque découverte fondamentale provoquant une explosion d'applications dans des domaines très variés.

Citons brièvement, pour mémoire, les principales étapes :

- vers l'an mil, élucidation du mécanisme de la vision et naissance du concept de lumière,
- au 17e siècle, naissance de l'optique géométrique et instrumentale,
- au 19e siècle, élaboration de la théorie ondulatoire et surtout explication de la polarisation et mise en évidence du caractère électromagnétique de la lumière,
- Au milieu de notre siècle, invention du concept de fréquence spatiale et mise au point du laser, deux inventions qui vont faire renaître l'optique et la ramener à sa vocation première, la communication.

Toutefois, depuis quelques années, l'accent est mis sur les modifications qu'apporte aux milieux matériels l'action d'un champ électromagnétique. Les effets correspondants sont regroupés sous le vocable d'*optique non linéaire*, et constituent le sujet de cet article.

Nous allons d'abord préciser ce terme, puis nous indiquerons quelques applications.

L'interprétation actuelle des propriétés optiques des milieux matériels, dont la plus connue est l'existence d'un indice de réfraction, est la suivante. Le champ (électrique pour l'essentiel) de l'onde incidente modifie le mouvement des électrons des atomes. Ceux-ci réémettent alors des ondelettes, dont la composition forme l'onde réfléchie et l'onde réfractée.

Cela étant, l'application d'un champ électrique supplémentaire modifie le comportement des électrons et par suite les propriétés optiques du milieu. De la même façon, la réponse des électrons au champ élevé d'une onde lumineuse très intense n'est pas la même que celle associée à une onde plus faible.

Nous décrivons ces effets, au niveau microscopique, par une modification de l'indice de réfraction et les calculons en introduisant des termes non linéaires dans les équations de Maxwell, d'où le nom d'optique non linéaire.

Les applications n'en sont encore, pour la plupart, qu'au stade du laboratoire, mais elles n'en sont pas moins prometteuses. Bien entendu, tous les milieux ne sont pas également favorables, ce qui explique l'intérêt porté par les opticiens à la physique du solide...

Déflecteurs

Taillons un prisme dans un cristal adéquat, par exemple du KDP (KH2PO4) L'angle dont est dévié un faisceau lumineux dépend de l'indice de réfraction du cristal. Nous pouvons donc modifier cet angle par action d'un champ électrique, c'est-à-dire piloter le faisceau émergent. De tels déflecteurs électro-optiques sont par exemple utilisés dans les imprimantes à laser.

Bistabilité

Certains matériaux, comme le KDP, ou le niobate de lithium (LiNbO3) ont la particularité de posséder deux états stables distincts, le passage de l'un à l'autre s'effectuant par un cycle analogue au cycle d'hystérésis d'un matériau magnétique. Un tel système permet de réaliser des opérations logiques binaires et, à terme, des ordinateurs purement optiques.

Fibres optiques

Dans les réalisations actuelles, les fibres optiques ne sont que des conducteurs inertes de lumière. Il est possible de les réaliser dans des milieux optiques non linéaires, ce qui ouvre de nouvelles possibilités, par exemple réaliser des impulsions ultra courtes, de l'ordre de la picoseconde (un millionnième de microseconde) ou de réduire la dégradation subie par une information au cours de sa propagation.

Il est temps de clore ce trop bref aperçu des possibilités de l'optique moderne. Nous espérons néanmoins avoir montré que la vieille science du Newton et de Fresnel reste bien vivante. Si notre siècle a été celui de l'électronique, le prochain pourrait être celui de l'optique.

Pour en savoir plus :

E. ABRAHAM et al. – *" L'ordinateur optique "*
Pour la Science, n° 66 - Avril 1983, p. 85.

D. ANDERSON. – *" Les gyroscopes optiques "*
Pour la Science, n° 104 - Juin 1986, p. 16.

D. COMMIOT. – *" L'ordinateur optique "*
Sciences et Avenir, n° 486 - Février 1986, p. 72.

M. FRANÇON. – *" Thèmes actuels en optique "*
Masson, Paris - 1986 — Ouvrage clair mais du niveau de la maîtrise au moins.

M. HENRY. – *" L'optique non linéaire "*
CUIDE 6, n° 27 - Février 1985, p. 1.

D. HULIN et al. – *"Une étape vers l'ordinateur optique "*
La Recherche, n° 166 - Mai 1985, p. 670.

D. PEPPER.
" Les applications de la conjugaison de phase "
Pour la Science, n° 101 - Mars 1986, p. 44.

V. SHKUNOV-B. ZEL' DOVICH
" La conjugaison optique de phase "
Pour la Science, n° 100 - Février 1986, p. 32.

P. VANDEGINSTE.
" L'Europe veut croire à l'ordinateur optique "
La Recherche, n° 172 - Décembre 1985, p. 1555.

UNE APPLICATION DE L'OPTIQUE NON LINÉAIRE AUX MILIEUX CRISTALLISÉS

par M. Massaux*
(Laboratoire de Physique des Matériaux - Université de Clermont II)

Parmi les applications de l'optique non linéaire, nous nous proposons de décrire la mise en évidence de la non-centrosymétrie d'un milieu solide cristallisé.

L'une des caractéristiques du milieu cristallin est de posséder, à l'échelle macroscopique comme à l'échelle microscopique, certains **éléments de symétrie** : plans, axes, centre. Lorsqu'un objet A de forme quelconque subit une symétrie par rapport à un centre Ω, on obtient un objet A', de même volume que A, mais non superposable par translation ou rotation. A et A' sont dits " transformés par inversion ". Lorsque cette symétrie existe dans un milieu cristallin, on peut vérifier que certains phénomènes physiques ne peuvent pas apparaître : ainsi la **piézoélectricité**, polarisation électrique du milieu sous l'effet d'une contrainte mécanique extérieure ; en

(suite page 11)

* Michel MASSAUX a présenté une conférence sur ce sujet le 15 décembre dernier, au Département de Chimie, aux Cézeaux, 24, avenue des Landais à Aubière.

UN CENTRE DE RECHERCHE

BOTANIQUE MINERALOGIE ANTHROPOLOGIE GEOMETRIE ARITHMETIQUE GEOMETRIE ELECTRONIQUE BIOLOGIE THERMODYNAMIQUE OPTIQUE STATISTIQUE AGRONOMIE GEOLOGIE BIOTECHNOLOGIE EDUCATION INDUSTRIE ALGEBRE ZOOLOGIE ELECTRICITE PHARMACIE MECANIQUE ANTHROPOLOGIE GEOMETRIE INFORMATIQUE OPHTALMO

LE CENTRE INTERNATIONAL BLAISE PASCAL

La science n'est pas faite seulement de son actualité. Pour parvenir à son état actuel, il a fallu que de nombreux chercheurs passent pour l'augmenter, comme l'écrivait Pierre Fermat. On s'aperçoit de plus en plus à quel point il est regrettable de laisser tomber dans l'oubli, non pas le nom de ces savants, qui subsiste souvent associé à une loi ou à un théorème, ni même les résultats auxquels ils sont parvenus, fidèlement transmis par l'enseignement, mais leur œuvre même et leur personne. " C'est véritablement donner des batailles ", écrivait Descartes, qui s'y connaissait, " que de tâcher à vaincre toutes les difficultés et les erreurs qui nous empêchent de parvenir à la connaissance de la vérité, et c'est en perdre une que de recevoir quelque fausse opinion ". Perdre la mémoire de ces combats, souvent longs, tortueux et obscurs, ce n'est pas seulement se couper de ses propres racines, c'est aussi, pour reprendre une image traditionnelle, oublier sur les épaules de quels géants les savants modernes sont montés, de manière à voir plus loin dans les secrets de la Nature.

Pascal n'est pas de ces oubliés de la science. Chacun connaît ce maître texte littéraire que sont les **Pensées**, mais l'œuvre physique et géométrique n'est pas morte elle non plus. La ville de Clermont en propose un remarquable témoignage, puisque le grand public peut visiter au Musée du Ranquet deux exemplaires de la Machine Arithmétique, la Pascaline, l'ancêtre de nos calculatrices, dont la construction avait exigé de la part de son inventeur, l'union de la théorie arithmétique et de la technique artisanale. On sait aussi que Pascal est le véritable fondateur de l'hydrostatique, par ses traités de **l'Equilibre des Liqueurs** et de la **Pesanteur de la Masse de l'Air**, puisque maint professeur enseigne le principe de la presse hydraulique, et qu'à intervalle régulier, des amateurs répètent la célèbre expérience du Puy-de-Dôme. Quant à la géométrie, on connaît la part prise par l'auteur du **Triangle arithmétique** et des traités sur la cycloïde à la création du calcul des probalités, du calcul différentiel et intégral.

Le **Centre International BLAISE PASCAL** a été créé en 1980, après qu'un colloque pluridisciplinaire (**Méthodes chez PASCAL.** PUF, 1979) a révélé la nécessité de centraliser la documentation de toute nature touchant, non pas seulement l'auteur des **Pensées** et des **Provinciales,** mais aussi le savant, le mathématicien et le physicien. Il a pour objet d'accroître, par tous les moyens de recherches et de diffusion, la connaissance et le rayonnement de Pascal. La ville de Clermont et l'Université de Clermont II concourent à son budget. Le CNRS lui a accordé le statut d'Unité Mixte, consacrant ainsi l'intérêt de ses recherches et de ses publications. Son siège se trouve à la Bibliothèque Municipale et Interuniversitaire, qui gère la documentation, les ouvrages et les pièces anciennes qui intéressent Pascal et son milieu, soit en original, soit en reproduction.

Les affinités entre le CIBP et l'ADASTA sont nombreuses. En premier lieu, la perspective régionale : quoique le Centre recherche ses correspondants dans le monde entier et que le réseau des " pascalisants " s'étende à présent jusqu'au Japon et aux Etats-Unis, il est apparu que l'enracinement de Pascal dans sa Région natale était l'une des données fondamentales de sa vie et de son œuvre. Aussi le Centre s'intéresse-t-il particulièrement à son insertion dans sa patrie d'Auvergne, par la recherche des documents qui s'y trouvent, et à la diffusion de sa connaissance dans cette même région.

D'autre part, grâce au riche fonds d'ouvrages scientifiques, anciens et modernes, de la BMIU, le CIBP est en mesure de participer à l'effort de l'ADASTA pour promouvoir la culture scientifique. Clermont peut s'énorgueillir de posséder des exemplaires rarissimes des écrits de Pascal sur la cycloïde et sur le vide, ainsi que de nombreux livres de ses amis et correspondants savants. Ce fonds, s'enrichit régulièrement grâce aux acquisitions du Centre, soit en originaux, soit en micro-reproductions. Le CIBP se trouve donc en mesure de soutenir des recherches approfondies sur Pascal savant.

Mais son activité n'intéresse pas seulement les chercheurs : elle s'adresse aussi au grand public. En 1981, avec l'exposition **Blaise Pascal "Auvergnat"** le CIBP a réalisé une grande première en présentant aux Clermontois la réunion des neuf machines arithmétiques connues dans le monde, y compris celle du Musée de Dresde (RDA). Par la même occasion, étaient proposées plusieurs expériences de physique tirées de l'œuvre de Pascal, réalisées par M. Roland Jouanisson, notamment la célèbre expérience du vide dans le vide (Le catalogue de l'exposition demeure disponible au CIBP). C'était en quelque sorte tendre la main à l'ADASTA avant même qu'elle ne naisse.

Le Centre a pour siège un bureau situé en salle de lecture de la BMIU où Madame Durant assure la réception et l'orientation des visiteurs.

Ajoutons que le CIBP est soutenu par une association de type loi de 1901, à laquelle peuvent adhérer tous les lecteurs et amis de Pascal, les Amis CIBP (BMIU 1, bd Lafayette, Clermont-Fd ; CCP 1444 - 32 Y. Clermont-Fd). Les correspondants reçoivent annuellement le **Courrier du CIBP,** qui rend compte des activités, des réalisations et des projets du Centre.

Dominique DESCOTES
Directeur Scientifique du CIBP

" Pascal aimait tellement l'Auvergne qu'il naquit à Clermont-Ferrand ".
Alexandre VIALATTE, *" l'Auvergne absolue "*

Un grand nombre d'expériences scientifiques peuvent être réalisées avec des moyens matériels très réduits, en utilisant des accessoires ou des matériaux qu'il est facile de se procurer. L'intérêt d'une expérience ne se mesure pas à la complexité des moyens mis en œuvre.

La science et les techniques nous apportent chaque jour de nouveaux instruments, de nouveaux matériaux, mais les lois physiques qui régissent les phénomènes restent les mêmes et la beauté de certaines expériences continuera à nous fasciner. Dans cette rubrique nous voudrions justement montrer que tout le monde est capable de réaliser certaines expériences, à condition de faire preuve d'un minimum d'habilité manuelle ; montrer également que de nombreux objets ou matériaux possèdent des richesses pour celui qui sait les analyser !

Mesdames, ne jettez pas l'emballage en plastique transparent du bouquet de roses qui vous a été offert ; il vous permettra de réaliser des expériences surprenantes alors que les fleurs qu'il a protégées un instant seront fanées et oubliées depuis longtemps...

Nous souhaitons que cette rubrique, qui s'adresse en particulier à ceux qui ont la charge de développer l'esprit scientifique chez les jeunes, soit alimentée par vos propres expériences, vos trouvailles, même d'apparence modeste, que vous voudrez bien nous communiquer.

Pour commencer nous nous inspirerons largement des travaux du Père Merle qui fut un maître remarquable de cet art. Notre ami Michel Henry, de l'Université Pierre et Marie Curie de Paris, passionné par la vulgarisation scientifique, nous apportera également son concours. Nous le remercions chaleureusement.

R. JOUANISSON

Une séance d'expérience au Palais de la Découverte.

LE PÈRE MERLE ET LES EXPÉRIENCES D'ÉLECTROSTATIQUE

Il y aura bientôt un an que le Père Merle nous a quittés. C'était un matin d'avril, au cours d'une séance d'expériences d'électrostatique...

Je ne dirai rien, ou presque, de l'homme, du pédagogue, du chercheur. Je l'ai connu très tard. D'autres en ont parlé et excellemment. Je voudrais dans cette rubrique montrer quelques unes de ses réalisations ; essayer de vous transmettre sa démarche, vous communiquer son enthousiasme pour les sciences expérimentales – et d'abord les sciences physiques.

Je n'évoquerai qu'un bref instant de sa vie, mais qui, je pense, a compté pour lui : c'était en décembre 1984, à Paris, au Palais de la Découverte où il présentait quelques unes de ses expériences les plus étonnantes. Une foule l'entourait, attentive, émerveillée, subjuguée. Car le Père Merle avait, au plus haut degré, le don de captiver son auditoire et de transmettre son savoir.

En réalité, l'expérience la plus simple avait souvent exigé une longue recherche pour trouver le chemin de plus court, celui qui conduit à la perfection.

Commençons par un domaine qu'affectionnait particulièrement le Père Merle : **l'Electrostatique.**

Quelques expériences préliminaires

Toutes les expériences proposées sont réalisables avec un matériel très simple qu'il est facile de se procurer et qui ne coûte pratiquement rien. Cependant vous ne les réussirez à coup sûr que si certaines conditions sont réalisées.

Les ouvrages qui décrivent des expériences de ce type sont assez peu explicites sur ces conditions, aussi je me permets de vous donner quelques détails.

La première condition à respecter est qu'il faut opérer dans une atmosphère suffisamment sèche. L'air doit donc contenir beaucoup moins de vapeur d'eau qu'il n'en contient normalement quand il est saturé à la température de la salle d'expérience. Un hygromètre dans cette salle doit indiquer "très sec" ou "sec ". S'il indique "normal ", on peut essayer. S'il indique "humide" faites des expériences sur les bulles de savon mais pas des expériences d'électrostatique ! N'oubliez pas qu'une personne rejette en respirant et en transpirant de la vapeur d'eau, que ses habits peuvent être humides. Les professeurs qui opèrent en première heure et en début de classe auront plus de chance de passer pour de bons expérimentateurs !

Si vous n'avez pas d'hygromètre, voici un test qui vous permettra de savoir si vous pouvez aller plus loin : prenez un sac en plastique sec et propre, frottez-le avec un gant de laine (ou avec les mains si vous avez la peau sèche) et approchez-le du mur. Le sac doit resté plaqué contre le mur pendant quelques minutes. (En hiver, dans une salle chauffée, après aération, lorsque l'extérieur est à basse température, le sac peut adhérer au mur pendant plusieurs jours). Vous pouvez également réaliser la même expérience avec une plaque de polystyrène de faible épaisseur.

Il ne suffit pas que l'air soit sec pour réussir. Les objets isolants que nous allons utiliser (sacs en plastique, tubes en PVC, règles en altuglas, polystyrène, etc...) doivent être très propres. Si leur texture le permet on les lavera au savon et on les rincera abondamment avant de les essuyer et de le sécher sur un radiateur.

Lorsqu'on touche un objet à main nue on y dépose toujours des traces de sels conducteurs : c'est pourquoi les règles, les manches isolants, etc... seront toujours saisis par la même extrémité sur laquelle on aura fait une marque. De même on évitera de ranger le matériel dans un local où sont susceptibles de se produire des émanations de produits chimiques (gaz chlorhydrique, ammoniac,...).

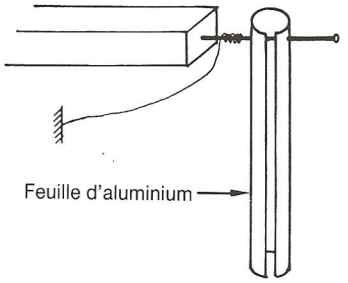
Il est recommandé également de ne pas prêter son matériel sans garantie d'une utilisation correcte !

Potentiel zéro : dans certaines expériences il est nécessaire de " relier au sol " un conducteur. Cette mise à la terre doit être faite à l'aide d'un fil conducteur relié à une conduite d'eau ou à un radiateur. En effet les matériaux utilisés de nos jours pour réaliser des tables peuvent être très isolants, ce qui n'était pas le cas des tables en bois d'autrefois.

1. Comment reconnaître qu'un corps est électrisé.

On construira un petit appareil très simple constitué par un petit cylindre d'aluminium mobile autour d'une épingle (voir la figure 1) (Ce petit cylindre sera formé par exemple à l'aide d'un morceau de papier de chocolat enroulé sur un stylo à bille).

Figure 1



L'épingle est fixée horizontalement à l'extrémité d'un support quelconque (par exemple une tige en bois calée par un livre).

Le petit cylindre métallique doit pouvoir osciller très librement autour de l'aiguille. **Attention : il est indispensable de relier l'aiguille** (donc le cylindre) **à la terre** par l'intermédiaire d'un fil conducteur.

Cette réalisation, que n'importe quel enfant pourra réaliser lui-même, est équivalente à la petite boule de sureau revêtue d'un conducteur, suspendue par un brin de fil conducteur, à une potence conductrice reliée au sol, que l'on décrit dans les ouvrages et qui est en fait longue et délicate à réaliser.

Expériences :

1) Avec l'appareil que vous venez de construire vous pouvez déceler si un corps est électrisé ou non. Un corps **électrisé,** approché lentement (et en évitant le contact) **attire toujours** le petit cylindre mobile relié au sol.

Parmi les corps spontanément électrisés vous trouverez par exemple des feuilles de rhodoïd, des morceaux de polystyrène qui on subi un frottement quelconque,...

Faites deux lots :
- **les corps électrisés** (qui provoquent une attraction),
- **les corps neutres** (qui ne provoquent pas d'attraction).

2) **Electrisation par frottement**

Munissez-vous d'un morceau de tissu en laine ou en drap, d'un sac en plastique et frottez les objets neutres qui vous tombent sous la main (règle en bois ou en plexiglas, bouteille en plastique, cuiller, tube de PVC des électriciens, stylo à bille, peigne,...) : vous constaterez que certains de ces objets **tenus à la mains** sont **électrisables** et que les autres, dans les mêmes conditions, ne le sont pas : les premiers sont dits **isolants,** les autres **conducteurs.**

3) **Les conducteurs sont-ils électrisables ?**

Les corps qui n'ont pu être électrisés dans l'expérience précédente (règle en bois, objet métallique, etc...) sont maintenant isolés de la main par plusieurs petits sacs emboités en plastique : vous devez constater qu'il est possible, dans ces conditions, d'électriser n'importe quel objet conducteur. Vous vérifierez également que le frottoir s'est électrisé.

Remarques :

1) Si au cours des tests précédents vous laissez le contact s'établir entre le cylindre d'aluminium et l'objet électrisé, les conducteurs électrisés perdront complètement leur charge (par l'intermédiaire du fil de masse) tandis que les isolants ne perdront qu'une partie de leur charge (celle qui se trouve en contact) et l'attraction subsistera.
2) En pratique on rencontre des corps moyennement isolants : ils se déchargeront plus ou moins vite.
3) Un corps très isolant, localement frotté, se trouve localement électrisé : faites l'expérience avec une bouteille en plastique frottée sur un côté seulement, et faites tourner la bouteille devant le cylindre d'aluminium.
4) Un corps conducteur localement frotté dans les mêmes conditions se trouve entièrement électrisé.

2. Comment reconnaître le signe de l'électrisation.

Nous savons reconnaître si un corps est isolant ou conducteur, grâce aux expériences précédentes, mais comment reconnaître son signe ?

Pour cela le Père Merle nous propose de construire un petit appareil très simple (figure n° 2) de son invention :

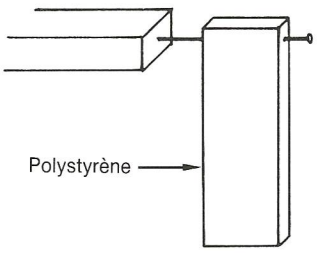


Figure 2

Découpez une lame de polystyrène expansé très légère (par exemple largeur : 1 à 1,5 cm, longueur : 8 à 10 cm, épaisseur : 3 à 4 mm) dans laquelle vous aurez percé un trou (au moyen d'une tige métallique chauffée) de manière à ce que le petit rectangle de polystyrène puisse tourner très librement autour d'une épingle servant d'axe.

A défaut de polystyrène, un morceau de ruban découpé dans un sac en plastique et collé à une extrémité d'une règle à l'aide de ruban adhésif peut convenir.

Quel que soit le support, l'extrémité libre du morceau de polystyrène (très isolant) gardera les charges qui s'y trouvent.

Pour électriser ce dispositif, frottez la lame de haut en bas entre les doigts. L'appareil restera longtemps chargé, mais pour plus de précaution vous pouvez renouveler l'opération de temps en temps.

Expériences.

1) Approchez de votre nouvel appareil les objets qui ont exercé une attraction sur le petit cylindre métallique. Vous constaterez que certains de ces objets exercent encore une attraction, mais d'autres exercent une répulsion : il y a donc **deux sortes d'électrisation.**

2) Avec cet appareil nous constatons que le verre frotté exerce une **attraction** et un morceau de résine frotté une **répulsion.**

Tous les corps qui agissent comme le verre sont dits chargés d'électricité **positive** (ou vitreuse) ; tous les corps qui agissent comme la résine sont dits chargés d'électricité **négative** (ou résineuse).

Remarque importante

Un objet **non électrisé** conducteur attirera toujours la lame de polystyrène électrisée (on est ramené au cas du premier appareil) de sorte qu'avant de chercher quel est le signe de la charge d'un isolant il est indispensable de vérifier que cet isolant est bien chargé !

Les remarques qui précèdent ont été détaillées dans le but de clarifier ces notions élémentaires d'électrostatique qui vont nous fournir matière à de nombreuses expériences.

(à suivre)

R.J.

PROJETS D'ACTION ÉDUCATIVE (PAE) A CARACTÈRE SCIENTIFIQUE

Dans les lycées et collèges, des projets naissent à l'initiative des élèves ou des professeurs. Savez-vous que l'ANVAR peut participer au financement de ces projets s'ils portent sur un des trois thèmes suivants :

- création d'un produit ou matériel nouveau ;
- réalisation d'un ensemble documentaire (affiches, audiovisuels, vidéo,...) sur la vie d'une entreprise, d'un produit, d'un métier ;
- réalisation d'une exposition à caractère pédagogique sur l'histoire et l'évolution d'une technique, d'un métier, d'un secteur d'activité, d'une entreprise.

Un bon dossier comportant objectifs, plannings, budget, financements, méthodes de travail, peut vous permettre d'obtenir une subvention de l'ANVAR allant jusqu'à 20 000 F, après accord du chef d'établissement et du Rectorat.

L'ADASTA peut vous aider à concevoir votre projet, à faciliter la recherche de documents, etc... Consultez-nous.

BOURSES D'ETE JEUNES (BEJ)

L'ANVAR peut offrir une bourse aux jeunes du deuxième cycle de l'enseignement secondaire qui désirent effectuer un **voyage d'étude à caractère technologique, scientifique ou économique.** Il suffit de fournir un dossier concernant l'étude projetée et de justifier les dépenses prévues. (Le dossier doit être transmis à l'ANVAR par l'intermédiaire du chef d'établissement).

Il y a sûrement dans votre famille, dans votre entourage, dans votre classe, un jeune qui a envie de recevoir une bourse de 3000 à 5000 F pour réaliser une étude à l'occasion de ses vacances ! Là encore, consultez l'ADASTA.

L'ANVAR propose d'autres possibilités : Projets Innovation Jeunes, Aide aux projets d'innovation dans l'Enseignement Supérieur,...

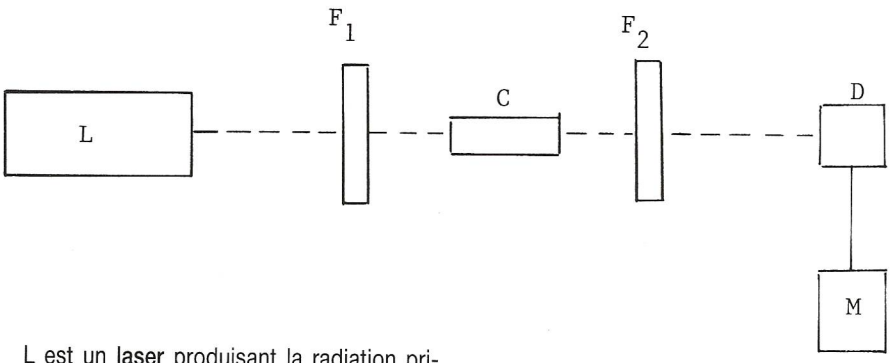
(Délégation Régionale de l'ANVAR, 12, rue Maurice-Weiss, 63000 Clermont-Fd)

UNE APPLICATION DE L'OPTIQUE NON LINÉAIRE AUX MILIEUX CRISTALLISÉS

(suite de la page 7)

effet, à un doublet électrostatique P(+) N(−) en un point donné du cristal, correspondra sous l'effet de la symétrie par rapport au centre Ω, un autre doublet N'(−) P(+) équivalent, **orienté en sens opposé :** la piézoélectricité globale est ainsi annulée. C'est précisément l'impossibilité de faire apparaître une polarisation électrique du milieu sous l'effet d'un champ électrique, présent dans l'onde électromagnétique incidente, qui annule le terme non linéaire d'ordre 2 dans l'application des équations de Maxwell *(cf. L'optique moderne, par Michel Henry, dans ce numéro).* Or on peut démontrer que l'absence de ce terme d'ordre 2 **empêche l'apparition de la radiation** $\frac{\lambda}{2}$ à partir d'une longueur d'onde monochromatique λ, très intense, traversant le cristal non linéaire.

D'où le schéma expérimental suivant :



L est un **laser** produisant la radiation primaire de longueur d'onde λ. On choisit en général la raie infra-rouge ($\lambda = 1{,}06\ \mu m$) produite par un laser à solide (grenat d'Aluminium-Yttrium) dopé au néodyme.

F_1 est un **filtre**, transparent à λ, mais opaque aux raies visibles, en particulier $\frac{\lambda}{2} = 0{,}53\ \mu m$.

C est l'**échantillon** à étudier. On peut examiner un monocristal ou une poudre cristalline, déposée sur un support neutre (lamelle de verre).

F_2 est un **filtre**, transparent à $\frac{\lambda}{2}$, mais opaque à toute autre longueur d'onde, en particulier λ.

D est un **détecteur** sensible à $\frac{\lambda}{2}$: le plus souvent un photomultiplicateur.

M est un **appareil de mesure** du signal délivré par le détecteur. Le plus simple est un oscillographe cathodique.

L'expérience consiste à rechercher l'apparition d'un signal à l'oscillographe, en le faisant fonctionner en balayage déclenché, par synchronisation avec les impulsions du laser : la présence de ce signal permet d'affirmer que le milieu est **non-centrosymétrique.**

Remarquons que quelques précautions doivent être prises : il faut en particulier surveiller l'éventualité d'un brûlage de l'échantillon, qui provoque l'émission de lumière parasite, dans un large spectre couvrant en particulier le domaine visible ; dans ce cas, un signal à l'oscillographe, dû à la radiation $\frac{\lambda}{2}$, n'aurait rien à voir avec l'optique non linéaire.

En plus de la possibilité de mieux connaître la structure cristalline (l'étude aux rayons X du milieu cristallin **ne permet pas** de savoir si ce dernier possède ou non la centrosymétrie), cette expérience d'optique non linéaire offre de grandes perspectives d'applications dans l'étude des matériaux cristallisés en fonction de paramètres physiques tels que température, pression,... : si la structure d'un matériau évolue en fonction de ce paramètre (changement de phase), avec apparition (ou disparition) de la centrosymétrie, on peut très facilement mettre en évidence cette modification, et analyser sa cinétique (en particulier l'éventualité d'un phénomène d'hystérèse).

P.S.M.
COMPOSANTS

- Composants électroniques professionnels
- Matériel et outillage
- Appareils de mesure
- Librairie technique

29, place du Changil
63000 CLERMONT-FERRAND
Tél. 73 31 13 76

CONCOURS

LOGICIELS - ROBOTS CRÉEZ-NOUS, C'EST GAGNÉ !!!

Vous avez plus de 12 ans et moins de 77 ans ?

Vous êtes un amateur, un **passionné d'informatique ?**

Créez un **logiciel** ou un **robot** et participez au grand concours régional organisé par le Centre d'Information Jeunesse Auvergne en collaboration avec les services régionaux et départementaux Jeunesse et Sports de la Région Auvergne.

Ce concours est ouvert aux associations, mais aussi aux groupes informels et aux individuels, au milieu scolaire et universitaire.

Vous pourrez gagner de **nombreux prix** : des micro-ordinateurs, des périphériques, des logiciels, des livres ou les moyens financiers pour réaliser votre robot.

Alors à vos claviers ! Les idées ne vous manquent sûrement pas. Du jeu d'aventure qui, reprenant le plan de votre quartier, entraîne les joueurs à la poursuite d'un individu bizarre, au logiciel qui expliquera la double vie des hirondelles – L'été en Auvergne, l'hiver en Afrique – tous les logiciels seront les bienvenus (sauf ceux liés à la bureautique, au traitement de texte, à la gestion financière ou de fichiers). Si en plus, vous maîtrisez un tant soit peu la technique, vous serez forcément les gagnants.

De technique, il en est encore plus question pour les robots, ces machines qui restent pour la plupart du domaine de la science-fiction. Et pourtant, ils nous sont de plus en plus familiers. De la tortue logo qui dessine sur le sol, à l'ascenseur miniature qui s'arrête à la demande, en passant par le jouet interfacé (grue, voiture...) et bien sûr, le bras robotisé capable de faire le café... Robots ou automates programmables, tout est possible.

Dans tous les cas, le jury régional sélectionnera les projets **originaux,** où la **technique** aura été bien maîtrisée. (Aucune limite quant aux matériels, langages utilisés et à la complexité de système).

Les inscriptions se dérouleront du 2 février au 30 juin 1987. La date limite de dépôt des créations est fixée au 30 octobre 1987.

Pour tout renseignement, s'adresser au Centre d'Information Jeunesse Auvergne 6, place de Régensburg - 63000 Clermont-Ferrand ou dans la Direction Départementale Jeunesse et Sports de votre département.

PUY-DE-DOME : 34, rue Albert-Thomas
63038 Clermont-Fd Cedex - Tél. 73 35 54 51

CANTAL : 22, place du Square
15006 Aurillac Cedex - Tél. 71 48 72 66

HAUTE-LOIRE : 12, rue des Chevaliers-St-Jean
43012 Le Puy - Tél. 71 09 55 13

ALLIER : Château de Bellevue
03016 Yzeure Cedex - Tél. 70 46 03 17

EXPOSITIONS - STAGES - CONFÉRENCES

UNE EXPOSITION ITINÉRANTE DES MUSÉES D'AURILLAC :

MINES D'AUVERGNE ET DU LIMOUSIN

La découverte ici ou là de travaux antiques, de lampes d'argile, de meules à broyer le minerai, nous rappelle qu'il y a 2 000 ans les peuples gallo-romains de nos contrées savaient extraire du sous-sol l'or et l'argent, le plomb et l'étain dont ils faisaient commerce.

Les activités minières déclinèrent avec les invasions barbares ; le Moyen Age et les temps modernes n'en laissèrent pas de trace. Il faut attendre la Révolution Industrielle, le XIX^{ème} siècle et ses innovations technologiques et surtout le début du XX^{ème} pour que réapparaisse à nouveau, avec l'exploitation du charbon, de l'antimoine, de l'or et du tungstène, un paysage minier dans le Massif Central.

Les cinq premières décennies de ce siècle furent les plus florissantes. Saviez-vous que le district de Brioude Massiac fut alors le 2ème producteur français d'antimoine, que le Limousin a fourni 19 tonnes d'or soit 20% de la production nationale, et que l'essentiel du tungstène français provenait des mines de Leucamp-Teissières dans le Cantal, Puy-les-Vignes en Haute-Vienne et les Montmins

Si de nos jours bon nombre de ces exploitations ont cessé leur activité, l'avenir minier des deux régions s'avère néanmoins prometteur. Le travail des spécialistes chargés de rechercher et d'étudier les minerais (géologues, chimistes, géophysiciens), l'amélioration des méthodes de prospection minière ont permis de découvrir de nouveaux gisements :

- Le Limousin possède les plus grosses réserves d'uranium en Europe Occidentale,
- Le Bourneix au sud de Limoges est aujourd'hui la 2ème mine d'or française,
- Le Cantal fournit près de 40% de la production française de diatomite, substance employée de nos jours pour la filtration des liquides alimentaires, et que Nobel utilisait jadis pour stabiliser la dynamite,
- Le gisement d'Echassières près des Montmins dans l'Allier représente la plus grosse réserve au monde de lithium, métal utilisé en alliage avec l'aluminium dans l'industrie aéronautique.

Avec 200 permis de recherche accordés à une dizaine de sociétés minières, Auvergne et Limousin sont aujourd'hui les deux régions les plus activement prospectées, notamment pour l'or et l'uranium.

Cette exposition raconte l'histoire géologique de notre sous-sol et la formation de ses gisements miniers (charbon, uranium, or, tungstène, antimoine, plomb, fluorine, diatomite). Elle nous fait revivre par des photographies l'activité minière au début du siècle.

Cette exposition a été préparée et organisée par le Musée d'Aurillac en collaboration avec la Maison des Volcans. Elle peut être mise à votre disposition.

L'exposition sera présentée à Murat en avril-mai, puis à Décazeville. En juillet-août elle sera à Massiac et en octobre-novembre à Montluçon.

Pour tout renseignement complémentaire, s'adresser au :

Conservateur des Musées d'Aurillac,
8 pl. de la Paix - 15012 Aurillac cédex.

EN ROUTE POUR L'ESPACE

Une exposition du **Palais de la Découverte** et du **Centre National d'Etudes Spatiales.**

Présenter la conquête de l'espace sous tous ses aspects et sous une forme agréable, grâce à une recherche esthétique dans la présentation, c'est l'objectif que se sont fixé le Palais de la Découverte et le CNES en réalisant les 17 posters (format 70×100) de cette exposition qui s'adresse d'abord aux jeunes.

Parmi les thèmes abordés :

- Les outils (lanceurs, satellites, bases de lancement,...)
- Les utilisateurs (Spot, TDF 1, Télécommunications, Météosat-Système de balise ARGOS,...)
- La Science de l'homme dans l'espace (minéralogie, astronomie, planétologie,...).
- Demain (Ariane V, Hermès, Colombus,...).

Ce sont donc les réalisations et les projets européens qui représentent l'essentiel de cette exposition.

Pour la location (ou l'achat) de cette exposition s'adresser à l'ADASTA.

STAGE DE FORMATION

Construction d'un petit moteur électrique

L'ADASTA a organisé son premier stage de formation du 3 au 5 novembre 1986. Le thème choisi : " Construction d'un petit moteur électrique à courant continu et à aimant permanent ", correspond aux programmes de sciences physiques des Collèges. Le but de l'opération est de donner aux maîtres chargés de cet enseignement des moyens expérimentaux accrus. A cet effet, une " valise " créée par le Palais de la Découverte d'après les travaux de J.B. Merle, et contenant tout l'outillage et le matériel nécessaires à la construction de 36 petits moteurs, a été remise aux 12 stagiaires qui en feront bénéficier leurs jeunes élèves.

Cette opération didactique a été complétée par une visite particulièrement intéressante au Centre d'Adaptation et de Perfectionnement de la Manufacture Michelin. Les stagiaires ont pu ainsi découvrir dans cet établissement quelques uns des problèmes posés par l'évolution d'une technique industrielle. Du moteur-à-tout-faire à commande mécanique de naguère on est passé progressivement à des machines spécialisées asservies et commandés par ordinateur.

La visite du "Conservatoire du Pneumatique " a également permis de retracer d'une manière vivante l'histoire d'une technique dont l'importance est capitale pour notre région.

En définitive, les stagiaires ont pu se convaincre de l'importance de leur rôle dans la formation scientifique des jeunes et de la difficulté à trouver un bon équilibre entre une formation générale solide et un enseignement moderne qui tienne compte des réalités économiques et technologiques de l'époque.

Le rôle de l'ADASTA est justement d'aider les maîtres à remplir leur mission.

Une cérémonie de clôture a permis au Président Roger VESSIERE de remercier tous les acteurs de ce stage ainsi que les industriels qui ont apporté leur concours, notamment la Manufacture Michelin et Electricité de France.

CONCOURS D'IDÉES :
"LE JOUET SOLAIRE"

organisé par l'ADASTA
avec la collaboration de l'AFME et de l'ANVAR

*

Art. 1 – A l'occasion de la venue à Clermont-Ferrand de l'exposition " **Aujourd'hui l'Energie Solaire** " réalisée par le Palais de la Découverte et l'AFME, l'ADASTA organise, en collaboration avec l'AFME et l'ANVAR, un concours dont l'objectif principal est de sensibiliser les jeunes à l'innovation.

Art. 2 – Le concours commence le 2 mars 1987.

Art. 3 – Sont admis à concourir tous les élèves inscrits dans un établissement d'enseignement secondaire de l'Académie de Clermont-Ferrand. Les candidats peuvent concourir soit à titre individuel, soit dans le cadre d'une classe sous la direction d'un professeur (Projet collectif).

Art. 4 – Le sujet du concours porte sur la **conception d'un jouet solaire** c'est-à-dire d'un mécanisme fonctionnant directement ou indirectement à l'aide d'énergie solaire (chauffage direct, effet photovoltaïque, etc...).

Art. 5 – Les candidats devront proposer un projet de jouet solaire, du type défini à l'article 4, en donnant :
a) le principe de son fonctionnement,
b) la description détaillée de son mécanisme et des matériaux utilisés,
c) la justification des choix opérés et l'évaluation du coût de la réalisation,
d) l'intérêt du projet et son originalité.

Art. 6 – Pour le cas où les idées retenues pourraient nécessiter une protection industrielle, les délibérations du Jury seront confidentielles et les publications éventuelles ne se feront qu'avec l'autorisation des auteurs.

Art. 7 – Les projets collectifs retenus feront l'objet d'un PAE (Projet d'Action Educative) au cours de l'année scolaire suivante et recevront un financement permettant la réalisation effective. Les projets individuels retenus recevront des prix en matériel ou sous forme de voyages à caractère scientifique.

Art. 8 – Les projets devront être expédiés **avant le 5 juin 1987** à l'adresse suivante :

CONCOURS ADASTA
Les Cézeaux - BP 45 - 63170 Aubière

Art. 9 – Le Jury placé sous la haute autorité de M. le Recteur de l'Académie de Clermont-Fd, se réunira à partir du 15 juin 1987.
Il a tout pouvoir pour résoudre tout problème non prévu par le règlement et ses décisions sont sans appel.

ANNEXE

A titre indicatif, on signale qu'un certain nombre de réalisations existant dans le commerce et qui auraient été susceptibles de répondre à la définition du concours seront exposées au CRDP du 2 au 19 mars à l'occasion de l'exposition " Aujourd'hui l'Energie Solaire ".

AU CRDP du 2 au 19 mars 1987
AUJOURD'HUI L'ÉNERGIE SOLAIRE

Cette grande exposition réalisée par le Palais de la Découverte, en coopération avec l'AFME et le concours de nombreux organismes, est présentée pour la première fois à Clermont-Fd par l'ADASTA, avec la participation de l'Union Des Physiciens.

L'exposition traite en fait des **énergies renouvelables** ; elle comprend, notamment : 63 panneaux, 15 expériences ou maquettes, 6 micro-ordinateurs-lexiques.

Tous les sujets qui touchent directement ou indirectement à l'énergie solaire ont été abordés et sont traités de manière accessible à tous les publics.

On y trouve en particulier :
- Les énergies et les ressources énergétiques,
- Les différentes énergies solaires,
- La conversion à basse température,
- L'énergie solaire et l'habitat,
- Les centrales héliothermiques,
- La chimie solaire à haute température,
- L'effet photovoltaïque,
- La bioconversion et l'énergie solaire,
- L'énergie éolienne,
- Les énergies de la mer,
- L'énergie hydraulique.

En plus de l'exposition du Palais de la Découverte seront présentées des maquettes ou des réalisations fournies par :
- Electricité de France,
- L'Agence Française pour la Maîtrise et l'Energie,
- Des industriels locaux,
- Le Lycée Professionnel de St-Flour,
- Des associations locales.

Toutes les classes accompagnées recevront une pile solaire (0,45 V, 450 mA) et pourront participer à un **concours** (voir le règlement ci-contre).

Pour la réservation s'adresser au :
C.R.D.P. - Tél. 73 91 86 90

CYCLE DES CONFÉRENCES AU CRDP

(Entrée libre)

4 mars 1987 à 18 h 30 :
Maîtrise de l'énergie - Maîtrise de l'avenir
par M. BLAIZE, délégué régional de l'AFME.

5 mars 1987 à 18 h 30 :
Biomasse-Energie : *Un moyen de valoriser les sous-produits de la forêt et de l'agriculture.*
par M. FABRE, ingénieur à l'AFME.

10 mars 1987 à 20 h 30 :
Perspectives de la géothermie en AUVERGNE
par M. P.M. VINCENT, professeur à l'Université de Clermont II.

12 mars 1987 à 20 h 30 :
Sous le soleil de Californie *ou l'industrie des Energies renouvelables aux USA,*
par M. Alain LIEBARD, Président du Comité d'action pour le Solaire.

17 mars 1987 à 18 h :
Les énergies renouvelables et les problèmes du tiers-monde
Table ronde animée par M. GIRARDIER, délégué régional de l'ANVAR :
Avec la participation de l'UDP, de l'AFME et du Lycée Professionnel de Saint-Flour.

" De quoi l'Europe est-elle capable ?

Monsieur Hubert CURIEN,
ancien Directeur du Centre National d'Etudes Spatiales et ancien Ministre de la Recherche, prononcera une conférence aux Cézeaux (Université de Clermont II) le 3 avril 1987 sur le sujet suivant :

" Science et Technologie :
De quoi l'Europe est-elle capable ? "

LA COLLECTION ALEXANDRE CLAIR

DU MUSÉE CROZATIER AU PUY-EN-VELAY

**Le Musée Crozatier fut fondé en 1820 ;
il a bénéficié, après la seconde guerre mondiale,
de locaux remis à neuf qui abritent de nombreuses collections
(histoire locale, histoire naturelle, paléontologie, Beaux-Arts,...)
qui font de ce Musée un des plus importants du Centre.**

Dans ce vaste ensemble on peut découvrir une collection de mécanique unique en son genre pour un musée de province. Cette collection a été regroupée dans une salle qui porte le nom du donateur : Alexandre Clair. Le journal " La Haute-Loire " du 10 février 1883 relate l'événement :

" Les Conservateurs du Musée Crozatier sont allés à la gare recevoir, à son arrivée, Monsieur Clair qui vient avec un de ses collaborateurs installer, dans les vitrines qui lui sont réservées, la collection mécanique dont il a fait don à la ville du Puy ".

Alexandre Clair était le fils de Pierre-Jean Clair né aux Vastres en 1804. L'histoire de Pierre-Jean mérite d'être contée avec quelques détails car elle est exemplaire à plusieurs titres : *" Fils de modestes cultivateurs, resté orphelin de très bonne heure, Jean Clair partit en 1817 pour Lyon où il entra chez un maître serrurier. Là, il consacra ses loisirs à l'étude des sciences mathématiques et du dessin. Devenu conducteur des travaux au service de l'entrepreneur de l'Ecole royale des Mines de Saint-Etienne, ses relations avec Monsieur Beaunier, directeur de l'école, et la fréquentation des élèves développèrent chez lui le goût pour la mécanique et le firent admettre à l'école comme élève ouvrier. A cette époque (1830), Monsieur Beaunier travaillait en collaboration avec un praticien de Paris, Monsieur Thimonier, à la recherche d'une machine pouvant remplacer la main de l'ouvrière, dans la couture. La fabrication des pièces était confiée au jeune Clair, qui ne tarda pas à seconder ses maîtres, au point qu'un jour il déclara à son directeur qu'il se chargeait de trouver la solution du problème. L'exposé de son projet qu'il fit à Monsieur Beaunier décida celui-ci à le faire partir immédiatement pour Paris afin de pouvoir le mettre à exécution au siège même de la Société. Peu après, la première machine à coudre, entièrement fabriquée et montée par lui, était mise en usage et, sous sa direction, une usine s'élevait, destinée à la confection des habillements militaires. Malheureusement, comme pour la plupart des inventeurs, Jean Clair ne devait pas jouir longtemps du succès de son invention. En effet, dès son apparition, celle-ci souleva de nombreux mécontentements dans la corporation des tailleurs et, en mars 1831, ces derniers vinrent assiéger la manufacture, brisèrent les machines et le directeur lui-même eut grand'peine à échapper à la fureur de ses agresseurs.*

Ruiné en partie, Jean Clair, dont l'invention avait attiré sur lui l'attention du monde industriel, fut chargé par le ministre du commerce de l'exécution de modèles de magnaneries salubres.

Ses nouveaux travaux amenèrent une véritable révolution dans l'industrie séricicole, ainsi que l'attestent les divers rapports de la société séricicole (années 1838, 1839, 1840, 1842, 1843 et 1844). Il mourut peu après laissant un fils, prénommé Alexandre.*

En 1855, Alexandre succède à son père et continue la tradition familiale. Au cours de sa vie, il récolta une moisson de médailles et de distinctions, en France et en Russie. A l'exposition universelle de 1867, il obtint même une médaille d'Or.

A. Clair s'est distingué dans la construction artistique et scientifique des modèles qui figurent dans les musées industriels et dans les Ecoles Spéciales pour l'étude de la mécanique. Passionné par la vulgarisation scientifique, il construit des maquettes qui permettent de bien montrer le fonctionnement d'un grand nombre de machines et de mécanismes en usage à l'époque. La salle A. Clair du Musée Crozatier contient plus de 200 pièces d'un grand intérêt. Toutes les machines simples, vis, poulies, treuils, engrenages, balances... y sont présentés. On y voit différents types de machine à vapeur, pompes rotatives, turbines, scies alternatives, roues hydrauliques qui peuvent être mises en mouvement,... et un prototype de machine à coudre inventée et exécutée par Pierre Clair à Saint-Etienne (1828-1829).

Une autre grande figure du Velay est représentée dans cette salle ; il s'agit d'Emile Reynaud et de son fameux praxinoscope qui est considéré comme l'ancêtre du cinéma. Emile Reynaud était lui aussi passionné par l'expérimentation et la diffusion des connaissances scientifiques. Ses conférences étaient illustrées de projections optiques (on venait d'inventer la lumière oxydrique et les " lanternes magiques " faisaient fureur).

Le Musée Crozatier honorera prochainement, comme il convient, cet inventeur qui a laissé de nombreux souvenirs dans le Velay.

La salle Alexandre Clair n'a pas le rayonnement qu'elle mérite. Des investissements importants sont nécessaires pour mettre en valeur ce patrimoine exceptionnel de l'ère industrielle. Cependant la Direction des Bibliothèques et des Musées pour l'Information Scientifique et Technique (DBMIST) du Ministère de l'Education Nationale a reconnu l'intérêt de ces collections tant sur le plan muséologique que sur celui de la Recherche, en particulier lorsqu'on les replace dans l'histoire des Ingénieurs-Mécaniciens du XIXe siècle. Il faut espérer que cette prise de conscience débouchera prochainement sur une nouvelle présentation de ces collections.

* *" La France Moderne "* 1906, P. 151 (J.Villain)

NOUVELLES DU MUSEE

Sous l'impulsion de son dynamique conservateur François-Xavier Amprimoz, de nombreuses expositions sont réalisées pour le public, et notamment le public scolaire.

Dans un passé récent ont été présentées les expositions suivantes :

Richesses naturelles de la Haute-Loire : les Tourbières

Cette exposition réalisée en collaboration avec Mademoiselle Tort de l'Université de Clermont-Fd et Monsieur Laurent, professeur au lycée du Puy, a permis de donner un aperçu précis et clair de la nature des Tourbières en Haute-Loire et notamment du " Marais de Limagne ", refuge d'une flore exceptionnelle.

Quatre siècles d'Horlogerie française à poids
(Exposition prolongée jusqu'au 30 sept. 1987)

Un remarquable ensemble de plus de 200 horloges allant du XVIe siècle jusqu'aux années 1920, réunies et amoureusement restaurées par Monsieur René Schoppig.

Cette exposition inédite est d'un très grand intérêt scientifique, technique et artistique. On y trouve notamment :

- les horloges d'édifices, les horloges domestiques en fer, les horloges " lanternes ", les horloges franc-comtoises, les comtoises lanternes, etc...
  (un catalogue est en vente au Musée)

L'imprimerie en Velay des origines à la Révolution.

Les oiseaux de la Haute-Loire.

Parmi les nouvelles expositions programmées pour 1987 on notera :

- CERIN, une lagune tropicale au temps des dinosaures
- Archéologie du cinéma : inauguration de la salle Emile Reynaud,
- La météorologie,
- Le poisson horloge : une curiosité " naturelle ", scientifique et technique,
- Dentelles et lumière,
- L'histoire de la lithographie,
- Des Journées " portes ouvertes au Musée " auront lieu du 22 au 29 mai 1987.

On notera enfin la création, en décembre dernier, de la Société des Amis du Musée Crozatier.

Jardin Henri Vinay (43000 Le Puy-en-Velay, Tél. 71 09 38 00)

NOUVELLES BREVES DE LA REGION

L'OBSERVATOIRE DE PHYSIQUE DU GLOBE DE CLERMONT-FD (OPGC)

12, avenue des Landais
63000 Clermont-Ferrand

L'OPGC rassemble tous les personnels exerçant à l'Université de Clermont-Fd II, dans le domaine des Sciences de l'Univers. L'Observatoire comprend deux départements : un département des Sciences de l'Atmosphère et un département des Sciences de la Terre. En outre, un Centre de Recherches Volcanologiques fonctionne au sein de l'Observatoire. L'ensemble regroupe 140 personnes.

Ses objectifs :

Dans le domaine des Sciences de l'Atmosphère les thèmes de recherches portent sur l'étude du cycle de l'eau atmosphérique : processus microphysiques et dynamiques associés aux précipitations, ainsi que sur le développement d'un modèle numérique tri-dimensionnel d'écoulement atmosphérique à mésoéchelle.

Dans le domaine des Sciences de la Terre des recherches concernent l'étude de la genèse, de l'évolution et de la mise en place des magmas. Cette étude est abordée au moyen des techniques de la géologie structurale, de la géochimie, de la géophysique et de la pétrologie expérimentale. L'étude de la physique des volcans actifs est plus spécialement conduite dans le cadre du Centre de Recherches Volcanologiques.

De plus, l'Observatoire assure une mission de surveillance sismique de la Région Auvergne dans le cadre du réseau National de surveillance sismique dont le Centre est à Strasbourg. Cette surveillance sismique, réalisée au moyen d'un réseau sismologique de six stations permet aussi bien l'étude de l'activité sismique d'origine tectonique que celle qui pourrait résulter d'une éventuelle reprise de l'activité volcanique.

*

LA NÉCROPOLE NÉOLITHIQUE DE PONTCHARAUD

Une étude d'impact archéologique effectuée en amont des travaux du contournement autoroutier de Clermont-Fd reliant l'autoroute A71 à la R.N. 9 sur une distance d'environ 15 km a permis de dégager des zones à forte sensibilité archéologique et la mise au jour du site de Pontcharaud 2.

La découverte de cette nécropole néolithique a entraîné une fouille de sauvetage programmé de janvier à mai 1986 ; plus de 3000 m² ont été décapés sur le tracé autoroutier. Une procédure tripartite (aménageurs SAPRR, DDE et Ministère de la Culture) a fixé les modalités de notre intervention sur le terrain ; des moyens financiers et matériels importants ont été mis à notre disposition. Dans le domaine préhistorique, une telle étude représente une première en Auvergne.

L'intérêt d'un gisement néolithique de plein air de cette dimension dépasse très largement le cadre régional. Une fouille minutieuse de la vaste nécropole de Pontcharaud 2 a permis de mettre au jour 70 individus des deux sexes et de tous âges, inhumés selon des modes et rites complexes et diversifiés.

Dans la majorité des cas, les sépultures sont individualisées, les défunts étant couchés sur le côté gauche, la face orientée vers le Nord, en position fléchie ou fortement contractée.

Deux cas de sépultures doubles sont représentés, les corps reposant l'un sur l'autre (un homme et une femme, une femme et un enfant). Des dépôts secondaires ont été observés : ossements étroitement rassemblés, sans connexions anatomiques.

D'autres sépultures ont une architecture de pierre : en coffre fait de dalles de pépérites extraites d'un massif voisin (Puy-de-Crouel) ; en fosse aménagée de dallettes posées sur le chant, la fermeture de cette structure étant assurée par une chape de pierres plates.

Il a été également mis en évidence un ensemble collectif d'inhumations où reposaient sept corps (deux enfants et cinq adultes), sur le ventre, en position allongée. L'enchevêtrement des membres montre que les corps ont été placés en quasi simultanéité.

De nombreuses sépultures recélaient des dépôts composés principalement d'objets usuels (outillage en silex, haches polies, poinçons en os et surtout poteries). La céramique permet d'attribuer la nécropole de Pontcharaud 2 au début du Néolithique moyen (pré Chasséen). Les composantes typologiques et stylistiques dénotent une multiplicité d'influences.

Deux premières datations radiocarbones obtenues sur ossements humains, effectuées par J. Evin[1], confirment ces premières observations : Ly 3902 : 5460 ± 130 BP et Ly 3903 : 5110 ± 130 BP.[2]

La découverte de ce vaste ensemble funéraire est exceptionnelle à plus d'un titre : tout d'abord par son étendue, le nombre important de sépultures, la diversité des modes sépulcraux et ses structures originales, ensuite par la remarquable conservation du matériel ostéologique et archéologique due à des dépôts de carbonates qui ont servi de couche protectrice.

Ces documents sont la base imposante d'une étude qui ne fait que commencer et qui doit aboutir très vite à une meilleure connaissance des pratiques funéraires et des dynamiques du peuplement au début du Néolithique dans le Massif Central français.

Informations communiquées par Gilles Loison (responsable des fouilles) et André Delpuech.

(1) à l'Université Claude Bernard à Lyon.
(2) BP = before present.

- **Vous êtes responsable,** d'une entreprise, d'un laboratoire, d'une association,...
- **Vous détenez des informations** d'ordre scientifique, technique, industriel, qui peuvent intéresser vos partenaires, le milieu éducatif, le grand public,...
- **Envoyez-nous les documents** qui nous permettront de faire connaitre vos activités, vos recherches, vos innovations,...

ÉLECTRIFICATION DE LA LIGNE Paris - Clermont-Fd

L'électrification de la ligne Paris-Clermont-Ferrand, conformément aux dispositions du IXe plan, a fait l'objet d'un Contrat de Plan Etat/SNCF, signé le 26 avril 1985. D'après les termes de ce contrat, les travaux doivent se dérouler de manière à respecter les dates de mise en service suivantes :

MORET-LES SABLONS - NEVERS : mars 1988
NEVERS-ST-GERMAIN-D.-FOSSÉS : mars 1990
ST-GERMAIN-D.-F.- CLERMONT-FD : mars 1991

Les types d'alimentation retenus sont les suivants :

- courant continu 1.500 volts entre Moret-les-Sablons et Montargis, afin de permettre une utilisation rationnelle du matériel moteur affecté à la desserte ferroviaire de la grande couronne parisienne ;
- courant alternatif 25.000 volts, 50 périodes, entre Montargis et Clermont-Ferrand.

En préliminaire aux travaux de création des installations caténaires, la SNCF réalise la modernisation des installations dites " de sécurité ", destinées :

- à assurer l'espacement des trains en ligne (block automatique) ;
- à garantir la continuité, la libération et la protection des itinéraires à la traversée des gares (postes d'aiguillage).

L'ensemble de ces opérations estimé à 2 milliards de francs hors taxes, permettra entre autres, une réduction de la durée des temps de parcours sur l'itinéraire ferroviaire Clermont-Ferrand - Paris.

✳

Par arrêté du ministre de l'éducation nationale en date du 23 janvier 1987, **M. Gelas Jacques** professeur des universités, est nommé directeur de l'Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Clermont-Ferrand pour une période de cinq ans à compter du 1er décembre 1986.

✳

A la MAISON DEPARTEMENTALE DE L'INNOVATION

23, place Delille Clermont-Fd

AGRINOV

Agrinov est une série de manifestations sur le thème de l'Innovation en agriculture et en agro-alimentaire.

Elle montre les réalisations marquantes du Département depuis la recherche fondamentale jusqu'à la consommation.

L'exposition a lieu à la Maison de l'Innovation – place Delille, elle sera ouverte du 10 février au 21 mars 1987 (du mardi au samedi inclus).

Des conférences, des colloques, des semaines spécialisées sont organisées autour de ce thème.

Les informations seront accessibles sur le Centre Serveur du Département accessible par :

3614 + CG 63

ou par téléphone : 73 91 00 40 à la Maison de l'Innovation.

Mercredi 11 février
La recherche agronomique dans le Puy-de-Dôme.
Quelles retombées économiques pour le département ?
Conférence à 18 h par M. Thivend, Président de l'INRA.

Jeudi 12 février
Les traitements ionisants.
Application à l'industrie agro-alimentaire
Colloque de 9 h à 17 h à l'Hôtel Mercure, coorganisé avecl'APRIA, l'ADIMAC, l'A2RT.

Vendredi 13 et samedi 14 février
Journées informatique et télématique agricoles.

Du 16 au 21 février
Forum sur la viande, avec ADIV, INRA, Institut de la Viande, CEMAGREF.

du 23 au 28 février
Forum Alimentation de demain.

Mercredi 25 février
Mutations de la consommation alimentaire.
Conférence à 20 h 30 par M. Fauconneau (INRA).

Vendredi 27 février
Les produits alimentaires régionaux : avenir et tradition.
Colloque à l'Hôtel Mercure de 9 h à 17 h.

du 2 au 13 mars
FORUM BIOTECHNOLOGIES
Conférences :

- le 3 mars à 20 h 30 :
Les biotechnologies : application à l'amélioration des plantes.
M. J. PERRET (Limagrain)
- le 4 mars à 18 h :
Les cultures in-vitro outils d'amélioration des plantes.
M. M. BECKERT (INRA)
- le 5 mars à 18 h :
Les biotechnologies du futur : un exemple d'application concret aux pépinières Delbard.
M. J.-P. BARBE (Delbard)
- le 9 mars à 20 h 30 :
Naissance d'une espèce : le TRITICAL.
M. M. BERNARD (INRA)
- le 11 mars :
Colloque les biotechnologies du lait.
A l'Hôtel Mercure de 9 h à 17 h.
- le 12 mars :
RUMEN, la panse du ruminant, un modèle pour l'industrie.
Conférence à 20 h 30.

10, 11, 12 mars : Colloque national
Outils nouveaux pour la connaissance et la maîtrise de l'environnement agricole.
Agrométéorologie, Télédétection, lutte contre les fléaux atmosphériqes.

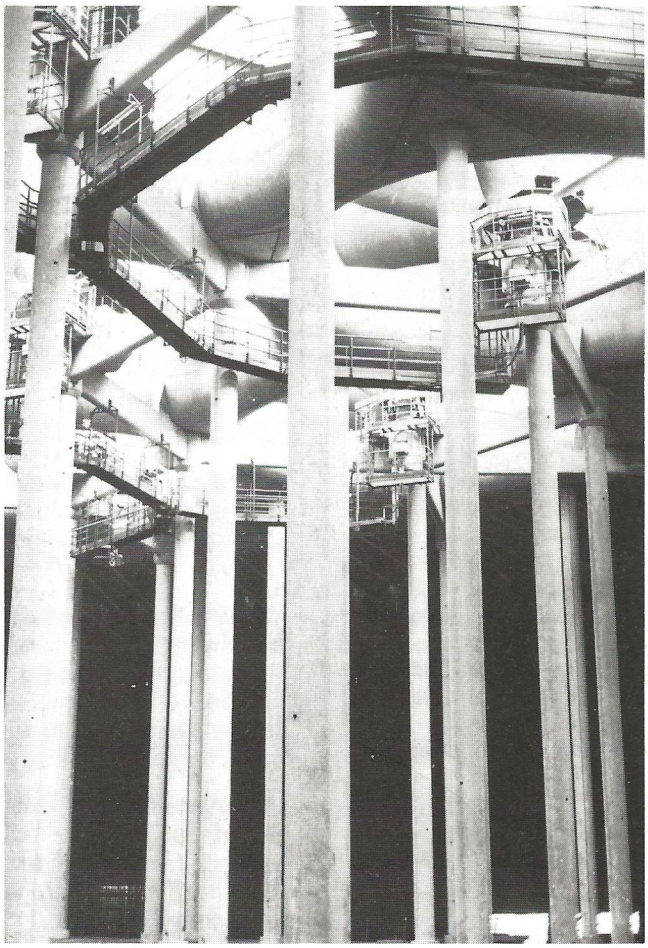
du 11 au 14 mars :
Exposition et vidéos sur la construction agricole en bois
par Auvergne Promobois.

du 16 au 18 mars :
Journées d'information sur les métiers de l'agriculture et de l'agroalimentaire.
Rencontres avec les organismes de formation et les professionnels.

IMAGES de la SCIENCE

Vous avez sûrement dans vos archives des photographies ou des documents à caractère scientifique ou technique et qui constituent des **images belles par elles-mêmes...**

Faites-nous parvenir les photographies que vous souhaitez voir reproduites (en noir et blanc seulement), avec un commentaire aussi bref que possible.



UNE CATHÉDRALE MODERNE ?

Pour la première fois en France l'évacuation de la chaleur résiduelle à basse température d'une centrale nucléaire est obtenue grâce à des réfrigérants à tirage induit comprenant des groupes de ventilateurs. (hauteur : 30 m, Chinon B_3).