

Auvergne SCIENCES

BULLETIN DE L'ADASTA

Janvier - Février - Mars 1993

N° 25

LES FORETS DEPERISSENT-ELLES ?



INTERVIEW DU PRESIDENT DU CONSEIL REGIONAL

Sommaire

- Interview de Monsieur
V. Giscard d'Estaing
.....3
- Les Forêts déperissent-elles ? Pourquoi ?
(R. Leygonie)..... 5
- Libres propos
(Roland Fustier)..... 15
- Le coin des petits
débrouillards
..... 16
- Informations régionales
.....17

Le Conseil d'Administration de l'ADASTA s'est réuni le 21 janvier dernier, au Département de Physique de l'Université Blaise Pascal, sous la présidence du Pr Solé. Après avoir entendu le rapport financier de M. Capelani et le rapport moral du Directeur Scientifique, rapports qui font apparaître une gestion saine et un niveau d'activité soutenu, la discussion s'est engagée sur l'avenir de notre association, et en particulier sur les moyens qu'il conviendrait de mettre en oeuvre pour assurer notre mission dans des conditions normales.

Il faut rappeler qu'en 1986, date de création de l'ADASTA, les responsables locaux, après des années de tergiversations et de discours, n'étaient pas encore en mesure de définir une politique culturelle dans le domaine scientifique. Pourtant les exemples de villes comparables, et parfois voisines, ne manquaient pas. Sans vouloir atteindre le niveau des réalisations qu'on peut voir à Grenoble, Rennes, Lille, Nice ou Poitiers, il semblait possible d'envisager la création (avec l'aide de l'état qui assure 50 % des investissements dans ce cas) d'un centre culturel, sorte de maison des sciences et techniques, où le public peut découvrir en permanence des expositions scientifiques, où les maîtres trouvent avec leurs élèves des documents et des expériences illustrant la recherche vivante, un lieu animé par des scientifiques compétents, qui orientent le visiteur, organisent des stages, des universités d'été, créent des documents nouveaux adaptés au public dans les différents domaines des Sciences et Techniques.

Nous avons l'ambition, en créant l'ADASTA, avec l'appui efficace de Michel Hulin, Directeur du Palais de la Découverte, et des grands organismes de recherche publics et privés de notre région, de prouver que cet objectif était réalisable dans une ville comme Clermont-Ferrand, que des actions de ce type étaient utiles et s'imposeraient par leur évidence. Au cours des six dernières années, sous la présidence du Pr Vessière puis du Pr Solé, nous pensons que cet objectif a été en grande partie atteint, malgré les moyens modestes mis à notre disposition et les difficultés de toute sorte que nous avons rencontrées. Quelques chiffres pour le prouver : ce numéro d'Auvergne-Sciences est le 25^e paru. Plus de 50 publications, des documents pédagogiques, des logiciels, ont été diffusés. 60 lycées de notre académie, grâce à l'aide matérielle de la Mission Académique à la Formation des Personnels de l'Education Nationale, ont reçu des équipements innovants conçus et réalisés par notre équipe pédagogique. Des milliers de jeunes ont été initiés à l'astronomie grâce à notre planétarium itinérant. Nous diffusons actuellement plus de documents en dehors de l'Auvergne qu'à l'intérieur ; nos universités d'été nous ont mis en relation avec l'ensemble des autres académies et notre centre de ressources est constamment sollicité.

Notre équipe pédagogique s'est étoffée. Des animateurs passionnés se sont investis de plus en plus : J. Chapelle, G. Dépreux, L. Dettwiller, R. Fustier, G. Ferrachat, Mme Gély, G. Hatab, D. Romeuf, auxquels se sont joints M. Henry, A. Calas (Paris), B. Caillaud (Caen) et d'autres encore dont la compétence est reconnue partout et que je remercie de tout coeur pour leur dévouement, leur désintéressement et leur fidèle amitié.

Malgré ces succès indéniables notre entreprise a cependant connu un échec : celui de n'avoir pas réussi à convaincre les "décideurs" de l'intérêt de notre action. Seul de toutes les collectivités locales le Conseil Régional d'Auvergne nous apporte — et depuis le début — un appui matériel. Beaucoup de nos lecteurs et adhérents ignorent que nous ne disposons pas de locaux propres et que ceux que nous utilisons actuellement à l'Université peuvent nous être retirés à l'occasion du départ à la retraite du Directeur Scientifique dans quelques mois.

Dans ces conditions il va de soi que nous sommes amenés à reconsidérer notre mission et à prendre des décisions importantes. Il a été décidé que le Conseil d'Administration se réunira en juin prochain. En attendant, nous serions heureux d'avoir l'opinion de nos lecteurs et amis. D'avance, merci.

R. Jouanisson.

Au cours de la même séance, ont été élus membres du Conseil d'Administration
M. le Pr Bonthoux Directeur de l'IFMA
M. le Pr Doly Président de l'Université d'Auvergne
M. le Pr Monteil Président de l'Université Blaise Pascal

Nous les remercions d'avoir bien voulu accepter de siéger désormais au sein de notre Conseil.

L'ADASTA a reçu en 1992 le soutien financier

- de la délégation à l'information Scientifique et Technique (Ministère de la Recherche, de la Technologie et de l'Espace
- du Conseil Régional d'Auvergne
- de la Mission d'Action Culturelle (Ministère de l'Education Nationale).

Photographie de couverture :

Une nouvelle école d'ingénieurs : L'Institut Français de Mécanique avancée, dans le Campus des Cézeaux.

Photo : Joël DAMASE.

Auvergne-Sciences : publication trimestrielle

Adhésions et Abonnements :

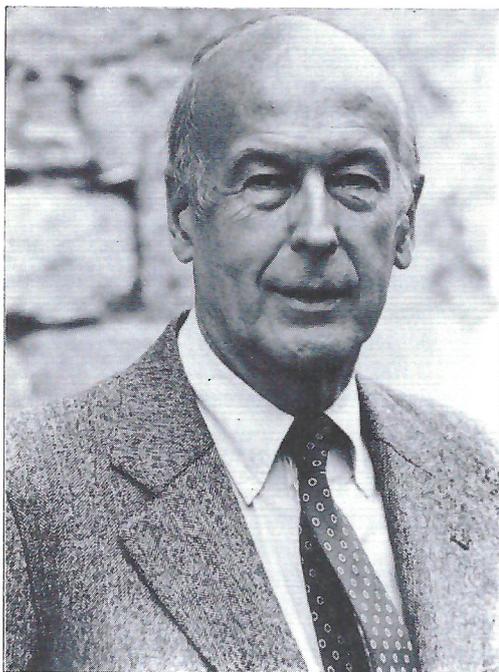
Adhésions à titre individuel	100 F
Adhésions à titre collectif.....	500 F
Membre bienfaiteur.....	1000 F

L'adhésion donne droit au service gratuit du bulletin et à des réductions sur les différents services rendus par l'Association (publications, stages, visites...).

Adressez le courrier à **ADASTA, UFR Sciences, 63177 Aubière Cedex - Tél. 73.40.72.26**

Directeur de la publication : Pierre SOLÉ
Rédaction : Roland JOUANISSON

Bulletin trimestriel Edité par ADASTA



INTERVIEW DE MONSIEUR V. GISCARD D'ESTAING

Président du Conseil Régional d'Auvergne

Pour une politique de l'environnement

Les problèmes liés à l'environnement ont suscité, depuis quelques années surtout, de nombreuses prises de position et parfois des controverses animées. En fait, le problème n'est pas nouveau. Il est bien connu, par exemple, que les paysages qui nous paraissent aujourd'hui si naturels sont en fait dus à une lente et inexorable emprise de l'homme sur la nature qui s'est manifestée depuis les temps néolithiques. Au siècle dernier Baudelaire se faisait l'interprète des craintes de son époque en annonçant la fin prochaine du monde...

L'Auvergne est sans doute une des régions d'Europe les mieux préservées dans le domaine de l'environnement. Diverses initiatives, dont celles du Conseil Régional, ont vu le jour. C'est pourquoi nous avons demandé à M. V. Giscard d'Estaing, Président du Conseil Régional d'Auvergne, de bien vouloir répondre à nos questions. Nous le remercions de l'avoir fait avec clarté et précision.

R. J.

1) Les 16 et 17 octobre 1992 se sont tenues, sous votre présidence, à Vals-près-le-Puy, les Assises Régionales pour l'Environnement. Ces Assises ont permis de rassembler quelques centaines de personnes intéressées, à des titres divers, par les problèmes de l'Environnement.

Quels sont, Monsieur le Président, les principaux enseignements qu'on peut tirer de ces journées de réflexion ?

Environ 700 personnes, représentant l'essentiel des forces politiques économiques et sociales de notre région, ont participé aux Assises Régionales pour l'Environnement.

Pendant une journée et demie 8 ateliers ont travaillé avec une attention et un souci du concret qui ont frappé tous les participants et tous les observateurs.

L'Environnement est devenu une préoccupation intégrée par tous les décideurs, qu'ils soient politiques, économiques ou sociaux.

Sans doute parce que l'Auvergne est une région dont le patrimoine naturel est, pour l'essentiel, préservé et, dans laquelle depuis de nombreuses années déjà les Pouvoirs Publics ont veillé à agir en respectant la nature, nous avons pu dégager au cours de ces Assises des objectifs et des propositions d'actions à moyen et long termes qui reposent sur des réalités et qui font l'objet d'un accord global.

Nous avons tiré deux conséquences immédiates de ces Assises (dont le compte rendu écrit peut être obtenu au Conseil Régional).

— Dès 1993, une augmentation de 35 % de nos crédits destinés à l'Environnement. Certes dans le cadre de la loi, les Régions ont peu de pouvoirs directs en ce domaine. L'Etat conserve l'essentiel des attributions et les Communes ont d'importantes responsabilités en matière d'urbanisme sans oublier l'action des Départements pour ce qui concerne en particulier l'aménagement du territoire rural. Mais la Région veut jouer un rôle d'impulsion, de coordination et d'innovation. Notre budget 1993 nous permettra de jouer encore plus ce rôle.

— Par ailleurs nous avons décidé d'élaborer, au cours des prochains mois, un Plan Régional pour l'Environnement d'une durée de cinq ans (1994-1998) que nous allons proposer à l'Etat, aux Départements et aux principales Communes sans oublier le milieu associatif. Ce Plan déterminera des objectifs, des actions, des moyens financiers et un échéancier. Il sera l'un des éléments de la négociation du prochain Contrat de Plan avec l'Etat.

2) Quel rôle souhaitez-vous voir jouer à l'Auvergne au sein de l'Europe dans ce domaine ? Quelles sont les initiatives susceptibles d'être prises dans un proche avenir ?

L'Auvergne est naturellement destinée à jouer un rôle exemplaire en Europe pour tout ce qui concerne l'Environnement.

Nous sommes la seule région de France à avoir deux Parcs Naturels Régionaux : celui des Volcans et celui du Livradois-Forez.

De plus, le Parc Naturel des Volcans est le plus grand parc d'Europe !

Notre nature est, pour l'essentiel protégée et rien d'irréparable n'a été commis mais il faut faire très attention !

Nous devons être exemplaires pour ce qui concerne la protection de nos rivières, de nos massifs montagneux et de nos paysages.

Par ailleurs, Clermont-Ferrand a une vocation naturelle à devenir un centre national de recherche scientifique et de formation aux métiers de l'Environnement. Le Conseil Régional encouragera cette orientation.

Dans un autre domaine, nous pouvons être exemplaires : celui de l'intégration des bâtiments (qu'il s'agisse d'habitations ou de bâtiments industriels) dans les sites.

Comme vous le savez le Conseil Régional a adopté, sur ma proposition, la Charte Régionale pour l'Architecture, qui a pour but de donner des conseils à ceux qui construisent de façon à respecter les paysages et à bien intégrer le bâti dans les sites.

Quand on voit la réussite de l'intégration de l'Habitat, notamment dans le Cantal, on peut se dire que notre région peut jouer un rôle pilote en ce domaine.

Enfin, le Conseil Régional, s'il a peu de pouvoirs propres, peut contribuer à mobiliser les principaux acteurs et responsables régionaux pour la sensibilisation à l'Environnement et pour la diffusion des informations.

Je crois que la Région, qui est une Institution légère et souple, peut jouer un rôle très positif en ce sens.

3) Dans une interview récente (et remarquée), le Professeur P-G de GENNES, Prix Nobel de Physique 1991, a dénoncé une certaine forme d'"écologisme" qui se comporte comme une Eglise, avec ses dogmes et croyances, et provoque la peur parmi la population souvent mal informée.

Quelles sont, selon vous, les personnes, structures, etc... qui vous paraissent avoir les compétences nécessaires pour être en mesure de donner des avis autorisés sur la manière de gérer les problèmes écologiques ?

Nous souhaitons agir en matière d'Environnement dans un esprit libéral, c'est-à-dire qui respecte les idées de chacun. Il faut éviter tout sectarisme idéologique.

Il n'y aura pas de doctrine de la Région en ce domaine !

Nous ne pensons pas avoir de droits ou compétences pour imposer quoi que ce soit. L'Environnement n'appartient à personne !

Au niveau régional nous avons créé, au sein de notre Assemblée, une Commission Spéciale présidée par M. Guy VISSAC, et dans laquelle participent tous les groupes politiques.

Comme le proposaient les Assises nous allons mettre en place un Conseil de l'Environnement qui regroupera, avec l'accord du Préfet de Région, les principaux services de l'Etat, les principales collectivités locales, les responsables universitaires et les principales associations régionales concernées.

Ce Conseil sera un organisme d'impulsion, de dialogue et, si possible, de coordination entre la Région, l'Etat, les Départements, les principales agglomérations et le milieu associatif.

Chacun gardera, bien entendu, sa liberté d'action et son autonomie.

4) Certains projets de développement de l'Auvergne destinés à faciliter la vie des hommes (comme l'autoroute Clermont-Ferrand - Bordeaux) ou même à les protéger contre les caprices de la nature (comme un barrage sur la Loire) sont remis en question ou même abandonnés, sous la pression d'adversaires "écologistes".

Comment, Monsieur le Président, doit se poser, selon vous, le problème de l'homme en conflit avec la nature ? Comment souhaitez-vous voir se régler, à l'avenir, ces problèmes particuliers ?

L'un des traits essentiels de l'Auvergne, c'est qu'il est possible de conduire son développement tout en respectant la nature.

Le Conseil Régional a clairement pris position pour l'autoroute Clermont-Ferrand Bordeaux. Mais c'est nous qui avons proposé, en juin dernier, le choix d'un passage au nord de Riom de façon à respecter la Chaîne des Puys.

Je pense qu'il faut se garder de lignes doctri-

nales, et qu'il faut examiner au cas par cas, dans la concertation et sans a priori, les grands dossiers d'équipements pour voir comment veiller à leur intégration dans notre environnement. Les techniques modernes le permettent.

Il faut aussi veiller à la mise en œuvre des procédures légales de concertation et d'enquêtes.

Nous avons la chance d'être une région à dimension humaine, où les principaux responsables peuvent se rencontrer et se concerter facilement.

On peut dire que la quasi totalité des grands dossiers régionaux, qu'il s'agisse de l'Emploi, de la Formation ou des grands équipements bénéficient, au moins sur les objectifs, d'un large consensus. Notre tâche est de réunir ce consensus sur les moyens à mettre en œuvre pour les atteindre.

5) Les conditions de vie modernes ont conduit, en particulier, au dépeuplement accéléré des campagnes. Il est prévisible que le manque d'entretien des terres et des forêts va provoquer une modification profonde de notre environnement rural. Ces problèmes vous paraissent-ils suffisamment graves pour mériter que des mesures importantes soient prises dans un proche avenir ?

La crise de notre monde rural est sans précédent.

Elle est due, notamment en zone de montagne, à l'application brutale du régime des quotas laitiers (nous avons pourtant obtenu de la Commission Européenne des mesures spécifiques, mais le Gouvernement français ne les a pas soutenues...), à une évolution démographique défavorable et à l'absence d'une véritable politique d'aménagement du territoire en faveur des zones rurales.

Certes, le Conseil Régional multiplie, avec ses moyens limités, les mesures de soutien : nous avons adopté en 1992 un Plan Spécial pour les Agriculteurs et nous l'avons renouvelé en 1993. Nous finançons les Contrats de Pays et les Bourgs-Centres, des Aides à l'Industrie Forestière et à l'Aménagement des estives, etc...

Mais, il est clair que seule une politique nationale d'aménagement du territoire et de solidarité envers les régions rurales pourra répondre aux besoins.

Un exemple précis : l'impôt sur le foncier non bâti est en France beaucoup trop élevé par rapport aux pays voisins. Sa suppression est possible sur 4 ou 5 ans. Le coût de cette suppression est de 7 milliards de francs. Le Conseil Régional, pour sa part, l'a supprimé pour les Jeunes Agriculteurs et nous avons baissé son taux au niveau de 1989.

De même, il faut maintenir les principaux services publics en zone rurale par une politique volontariste.

La crise de nos banlieues et celle des grandes agglomérations est un justificatif supplémentaire pour le maintien d'une vie rurale où les conditions de vie doivent être satisfaisantes.

N'oublions jamais que la France est un pays profondément attaché à sa ruralité !

6) L'environnement est l'affaire de chacun. Comment, selon vous, Monsieur le Président, peut-on sensibiliser le public et l'éduquer de façon à ce qu'il se comporte de manière responsable dans les diverses circonstances de la vie quotidienne ? Comment améliorer le niveau de connaissances scientifiques indispensables pour que les individus soient en mesure d'apprécier les choix nécessaires ? L'action d'une Association comme l'ADASTA qui exerce son action en milieu scolaire et publie régulièrement des informations scientifiques dans "Auvergne-Sciences" vous paraît-elle bien adaptée à cette mission ?

L'une des grandes conclusions des Assises du Puy-en-Velay est la nécessité de la diffusion de l'information et de l'éducation en matière d'Environnement.

Nous allons prendre des initiatives pour développer des actions dans les lycées.

Par exemple, nous diffusons actuellement très largement le splendide film co-produit par la Région et M. Christian BOUCHARDY sur les Paysages d'Auvergne.

De même nous souhaitons accroître la part de nos crédits de Formation Professionnelle pour la formation aux métiers de l'environnement.

Nous voulons notamment financer un programme de formation à destination des maîtres d'ouvrage, des concepteurs et des entreprises dans le domaine de la réhabilitation du patrimoine bâti.

Le relais des lycées est évidemment capital et bien entendu j'y ajoute celui des Universités et des Grandes Ecoles.

Les Assises ont proposé que l'Auvergne devienne un pôle de compétences sur les paysages par le renforcement des moyens des structures universitaires existantes.

Nous envisageons de financer des bourses d'études dans le secteur de l'Environnement et, bien entendu, nous encourageons les programmes de recherche appliquée.

L'ADASTA est donc particulièrement bien placée pour diffuser les informations et sensibiliser l'opinion publique. Le Conseil Régional lui apportera à nouveau son soutien, comme il l'a fait depuis 1987.

Nous avons besoin de tous !



LES FORÊTS DÉPÉRISSENT-ELLES ? POURQUOI ?

R. LEYGONIE (*)

Résumé : Les forêts dépérissent-elles ? Pourquoi ?

Cet article présente d'abord le contexte historique des événements récents popularisés sous les noms de "pluies acides" et "dépérissement des forêts". La première crise majeure a été l'acidification des sols et lacs en Scandinavie, puis un dépérissement des forêts, d'abord en Allemagne au début des années 80, puis dans un certain nombre de nations européennes, dont la France.

Ces phénomènes ont été attribués à la pollution atmosphérique, principalement la pollution acide. Les conséquences en furent l'intervention de législations sévères en Allemagne, puis de la Directive européenne sur les grandes installations de combustion (novembre 1988). Une autre conséquence a été la Convention de 1979 sur les transports à longue distance des polluants et les protocoles liés (SO_2 , NO_x), cela sous le couvert de la Commission Economique pour l'Europe des Nations Unies.

De nombreux laboratoires en Europe commencèrent des recherches sur les causes de ces dépérissements. En France le programme DEFORPA (dépérissement des forêts attribué à la pollution atmosphérique) fut lancé en 1983. Les observations sur le dépérissement des forêts (pertes d'aiguilles ou de feuilles, jaunissement anormal, qualité des sols, etc.) ainsi que des recherches en laboratoire, ont montré que les causes sont très complexes, telles que sols de mauvaise qualité, sécheresses anormales, présence de polluants dans l'atmosphère, principalement l'ozone.

Des données historiques montrent que des dépérissements ont été observés au siècle dernier, expliqués par des sécheresses.

Des données récentes montrent des accélérations surprenantes de la croissance de certaines espèces d'arbres depuis le siècle dernier, dont les raisons ne sont encore pas claires.

En conclusion, le dépérissement des forêts est une affaire sérieuse, mais nullement l'apocalypse que certains annonçaient, du moins en Europe Occidentale.

1 — Les "pluies acides"

C'est une longue histoire, que nous ferons remonter à 1872. Cette année-là, le chimiste britannique John Angus Smith remarqua que les pluies, aux environs de Manchester, contenaient de l'acide sulfurique qu'il attribua à la présence de soufre dans le charbon utilisé dans la région. Il venait de découvrir les "pluies acides". On les oublia à peu près pendant plus de 70 ans et ce n'est qu'au cours des années 50 qu'on commença à observer des altérations sérieuses dans les lacs canadiens et scandinaves: disparition plus ou moins totale des poissons, puis de nombreuses espèces animales et végétales. Certains lacs, presque dépourvus de vie, sont devenus d'une transparence de cristal, avec au fond une maigre végétation de sphagnes. Très vite, on attribua ces changements à des retombées massives de polluants acides, sulfuriques et nitriques, dus à l'usage de combustibles soufrés. Les Scandinaves, émettant peu de ces polluants

eux mêmes, accusèrent les Britanniques de leur envoyer les leurs transportés par les

vents du Sud-Ouest. Les Canadiens formulèrent les mêmes accusations contre leurs voisins du Sud (**).

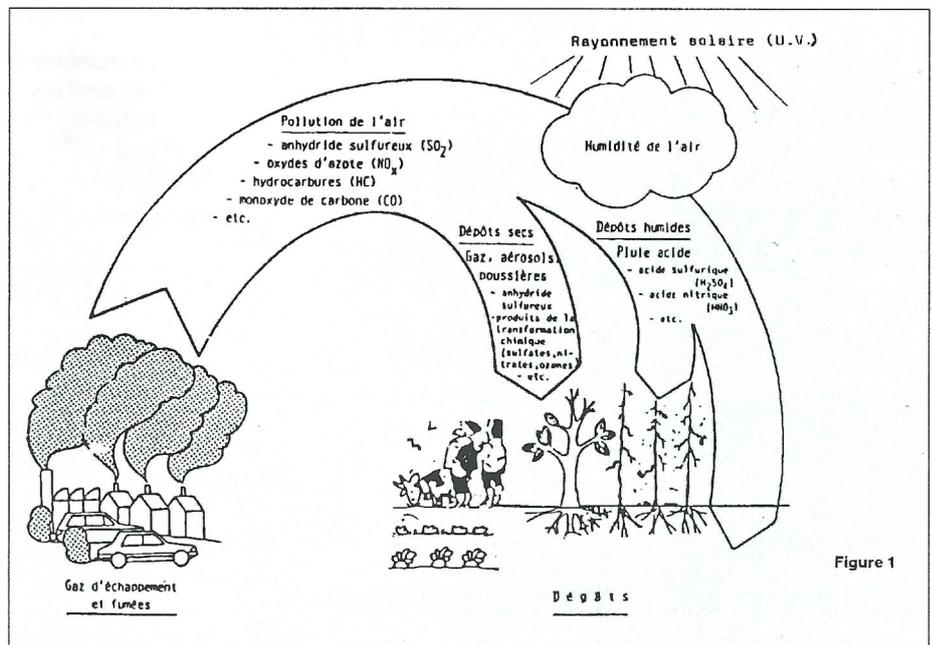
Le mal est aujourd'hui sérieux : c'est par milliers que l'on compte en Scandinavie les lacs et cours d'eaux acidifiés.

Acidifiés parce que les sols granitiques et schisteux de la Scandinavie ne contiennent que très peu de cations, calcium et magnésium, capables de neutraliser les ions acides tombés du ciel. Sur terrains marnés ou calcaires aucune acidification n'aurait été observée.

L'année 1972 (exactement un siècle après Angus Smith !) fut celle de la première conférence sur l'environnement humain te-

(*) Président du Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique (C.I.T.E.P.A.).

(**) Une étude récente a relevé la présence de lacs et de rivières acidifiés dans les Vosges et des disparitions de poissons:



nue à Stockholm. Les Scandinaves firent du "forcing" pour convaincre les pays occidentaux de réduire leurs émissions soufrées et nitrées. Ils ne furent guère écoutés, mais on décida tout de même d'étudier pourquoi les polluants émis dans un pays pouvaient voyager à des centaines et même des milliers de kilomètres en changeant de nature chimique, le dioxyde de soufre et les oxydes d'azote devenant acide sulfurique et acide nitrique.

L'Organisation de Coopération et de Développement Economique (O.C.D.E.), en coopération avec l'Organisation Météorologique Mondiale, fut chargée de l'étude et démontra la réalité de ces transports "transfrontaliers".

La figure 1 résume les mécanismes physicochimiques : sous l'effet du rayonnement solaire ultraviolet, SO₂ et NO_x sont oxydés en acides qui retombent sous forme de gaz ou d'aérosols (retombées sèches) et de pluie, neige, brouillard, givre (retombées humides). Effectivement, on observe dans certaines régions des pluies à pH 3 ou 4, alors que le pH des pluies "naturelles" est de 5,6, en raison de la présence de gaz carbonique dans l'air.

En réalité les choses sont beaucoup plus compliquées et la photochimie des polluants atmosphériques fait intervenir des centaines de réactions chimiques qui, outre la formation d'acides, donnent naissance à l'ozone et autres oxydants photochimiques à partir des oxydes d'azote et de composés organiques volatils.

Pour en savoir plus, on se reportera à l'article "Le transport et la diffusion atmosphérique des polluants", (J.-Ph. OLIER et C. ELICHEGARAY) dans TSM-L'EAU, juin 1989 et à l'article du professeur TOUPANCE dans la revue "Pollution Atmosphérique" n° 117, janvier-mars 1988.

Les travaux de l'OCDE et de divers autres organismes parvinrent à convaincre l'ensemble des nations européennes, de l'Ouest et de l'Est, qu'il fallait agir et, le 13 novembre 1979, fut signée la Convention dite de Genève, sur la pollution atmosphérique transfrontalière à longue distance.

Cette convention n'imposait rien de précis, mais elle fut prolongée par un protocole de 1985 qui exigeait que les signataires réduisent leurs émissions soufrées de 30 % entre 1980 et 1993. La France, à la même époque, s'engagea à 50 % de réduction entre 1980 et 1990.

Un deuxième protocole fut signé en 1988 visant à au moins stabiliser, après 1994, les émissions de NO_x au niveau 1987.

On était donc sur la bonne voie. On pouvait penser que les choses allaient peu à peu s'arranger. Il n'en fut rien.

2 — Les forêts dépérissent soudainement.

Les Allemands avaient fait d'abord la sourde oreille aux objurgations des Scandinaves : c'était leur intérêt car leurs centrales thermiques et l'ensemble de leur industrie fonctionnent sur des charbons et lignites locaux plus ou moins soufrés et l'émission totale annuelle de SO₂ atteignant 3 200 000 tonnes vers 1980 en RFA (et plus de 4 000 000 tonnes en ex RDA !).

Déjà, dans les années 70, certaines forêts allemandes se portaient mal, particulièrement en Bavière Orientale et en Forêt-Noire. En 1982 on installa un réseau d'observation qui mit en évidence un dépérissement "galopant" : 8 % des étendues de forêt endommagées en 1982, puis 34 % en 1983, 50 % en 1984. Ce fut la panique. Le mal parut d'abord se limiter aux conifères, mais on constata bientôt des dégâts sur les arbres à feuilles caduques. Tout de suite on accusa les pluies acides et on mit au point une réglementation pour limiter de façon draconienne les émissions soufrées et azotées (*). Ces mesures inspirèrent à la Commission de Bruxelles, dès 1984, un projet de directive pour obliger les Etats membres de la Communauté à réduire les émissions selon l'approche allemande.

Ce n'est qu'après presque 4 ans de tractations entre la Commission des Communautés Européennes et les Etats membres que fut promulguée la directive du 24 novembre 1988 sur les grandes installations de combustions (JOCE du 7 décembre 1988), transposée en droit français par l'arrêté du 27 juin 1990 (JO du 19 août 1990) (**).

La directive oblige des Etats membres à abaisser considérablement les émissions SO₂ et NO_x des installations existantes d'au moins 50 MW, et à imposer des valeurs limites d'émission aux installations nouvelles.

3 — Qu'entend-on par "dépérissement des forêts ?"

Les arbres vivent et dépérissent pour des causes naturelles très variées ne serait-ce que l'âge. Le dépérissement constaté surtout depuis 1980 semble relever de causes tout à fait inhabituelles. Il se traduit par une perte prématurée des aiguilles les plus anciennes chez les conifères, (ce qui rend l'arbre en quelque sorte transparent), un arrêt de la croissance des branches et l'apparition de pousses parasites sur le tronc. Parfois aussi on observe une fructification massive (dite d'agonie).

Un autre symptôme, surtout chez l'épicéa, est le jaunissement des aiguilles.

Sur les feuillus, le dépérissement se manifeste par une poussée tardive des feuilles et leur chute bien avant l'automne, une altération de la forme des cimes et des colorations anormales du feuillage. Le phénomène est observé surtout en moyenne altitude (500 à 1 000 m) et de façon irrégulière: un arbre en bonne santé peut voisiner avec un arbre malade.

Seule une observation visuelle, par des experts formés et entraînés, permet de chiffrer le dépérissement. L'échelle conventionnelle suivante a été adoptée:

Classe	% de feuillage manquant
0	0 à 10
1	11 à 25
2	26 à 60
3	> 60
4	arbre mort

Des réserves doivent être faites sur la comparabilité des chiffres obtenus dans les divers pays.

Notons que des différences d'appréciations ont longtemps subsisté sur le degré de défoliation à partir duquel les arbres devaient être considérés comme dépérissants. Pour les forestiers allemands, tout arbre classé au-delà de l'échelle 1 était noté comme malade. Les forestiers français considéraient que seules les classes, 2, 3 et 4 entraient dans cette catégorie. Un consensus s'est établi depuis sur les positions françaises.

Pour systématiser les observations, on a créé un réseau de "placettes" dans les forêts étudiées, groupes d'arbres régulièrement espacés. Il y avait 1636 placettes en 1987, dont 42 % entre 500 et 1000 m d'altitude. L'ensemble des forêts françaises a été ainsi quadrillé.

Parallèlement, un important programme de recherche sur les causes du dépérissement a été lancé en 1983, appelé DEFOR-PA (dépérissement forestier attribué à la pollution atmosphérique).

Ce programme mobilise une quarantaine d'équipes tout à fait pluridisciplinaires, car

(*) GFAVO (Gross Feuerungsanlagen Verordnung) : décret concernant les grandes installations de combustions, 22 juin 1983, additif du 4 avril 1984.

(**) Arrêté du 27 juin 1990 relatif à la limitation des rejets atmosphériques des grandes installations de combustion et aux conditions d'évacuation des rejets des installations de combustion. Voir aussi la circulaire d'application du 27 juin publiée au Bulletin Officiel.

elles regroupent des météorologistes, des physiciens, des chimistes, des forestiers, des spécialistes des sols, etc.

Il implique le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), des Universités, l'Institut National de Recherche Agronomique (INRA), Météo-France, Electricité de France, l'Office National des Forêts, le Commissariat à l'Energie Atomique, etc.

Le financement est assuré par le Ministère de l'Agriculture et le Ministère de la Recherche. Le programme est également financé par la Communauté Européenne (*).

Une pièce maîtresse du dispositif très spectaculaire, est la "Tour du Donon", sur la pente Est des Vosges (750 m). Cette tour est équipée d'instruments automatiques situés sur quatre plates-formes, la plus haute étant à 47 mètres soit environ à 12 mètres au-dessus de la cime

des arbres. Ces appareils analysent 24 heures sur 24 les conditions météo et les teneurs de l'air en polluants et recueillent les précipitations qui sont analysées ultérieurement (anions, cations, pH).

11 autres stations au sol ont été installées en France, constituant avec le Donon le réseau MERA, où sont enregistrées les données météo et de pollution de l'air et les précipitations, nécessaires au programme DEFORPA.

Une étroite coopération a été établie avec les organismes étrangers concernés par le problème, en particulier ceux de l'Etat Allemand de Bade-Wurtemberg et de la Suisse (programme SANASILVA).

4—Le dépérissement est-il si grave ?

Une publication du Ministère de l'Agriculture et de la Forêt, "France - La santé des forêts", 1988, permet de faire le point par essence

végétale et par région.

Les observations rapportées dans les tableaux I, II et III sont celles du "réseau bleu" (1650 placettes, 36 000 arbres). Il existe aussi un réseau "Communauté Européenne" plus récent et qui ne permet pas encore de comparaisons.

Sans entrer dans le détail, ce qui serait l'affaire des spécialistes, on peut tirer les conclusions suivantes :

Tout d'abord, les auteurs du rapport insistent sur les difficultés de l'observation et la prudence dont il faut faire preuve dans les conclusions.

(*) Au sujet de ce programme, le lecteur pourra se reporter au rapport récemment paru sous la direction de M. G. LANDMANN, Directeur du programme DEFORPA, édité avec le concours de la Direction de l'Espace Rural et de la Forêt. (Publication de l'Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts - 14, rue Girardet - 54042 Nancy Cedex).

Perte de feuillage	Réseau bleu							
	1983	1984	1985	1986	1987	1988		1989
	> 20 %	> 20 %	> 25 %	> 25 %	> 25 %	11-25 %	> 25 %	
Epicéa	13,1	15,8	10,0	9,9	8,0	19,7	9,1	
Pin sylvestre	9,7	17,2	17,7	14,0	14,3	25,1	18,9	
Sapin	26,0	26,3	18,6	15,3	16,3	24,4	15,1	
Mélèze	—	—	1,4	4,0	2,4	12,2	5,0	
Autres conifères	1,3	5,4	4,4	7,3	9,0	12,7	7,0	
Tous conifères	19,6	21,6	14,1	12,3	11,9	21,6	12,8	
Hêtre	7,4	3,0	3,0	3,2	8,2	15,5	4,9	
Chêne	2,6	3,5	5,0	6,2	5,2	16,7	7,4	
Autres feuillus	0	4,2	3,9	5,5	8,6	12,9	9,4	
Tous feuillus	5,8	3,4	3,7	4,89	7,6	14,6	7,4	
Toutes essences	18,4	14,9	8,4	8,3	9,7	17,8	9,9	

Résultats nationaux par essence forestière (réseau bleu).

Pourcentage par essence des arbres ayant perdu une part significative de leur feuillage.

	Réseau bleu					
	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Epicéa	12,9 %	6,5 %	9,0 %	6,4 %	2,1 %	
Pin sylvestre	11,6 %	12,5 %	15,7 %	17,7 %	24,4 %	
Sapin	6,4 %	10,6 %	21,2 %	17,5 %	19,8 %	
Mélèze	5,9 %	2,7 %	3,6 %	1,8 %	1,5 %	
Conifères divers	2,9 %	5,2 %	10,5 %	9,7 %	14,2 %	
Total conifères	8,7 %	8,7 %	14,9 %	10,7 %	15,9 %	
Hêtre	8,3 %	2,7 %	8,7 %	16,8 %	11,1 %	
Chêne	7,7 %	3,2 %	7,6 %	6,5 %	9,1 %	
Feuillus divers	3,2 %	-2,9 %	4,8 %	6 %	9,4 %	
Total feuillus	6,9 %	2,9 %	6,8 %	10,2 %	10,0 %	
Total toutes essences	8,1 %	5,6 %	10,6 %	9,4 %	12,7 %	

Pourcentage par essence des arbres présentant une coloration anormale du feuillage (+ de 10 %).

Tableau II : Résultats nationaux par essence forestière. Coloration anormale du feuillage.

Tableau III : Variations de 1987 à 1988 de la perte de feuillage et des colorations anormales.

		Plaine Alsace	Vosges	Jura	Alpes du Nord	Alpes du Sud	Pyrénées	Massif Central	Bassin Parisien	Langres Bassigny	Nord
Pertes de feuillage	Feuillus	—	—	—	ε-	ε-	—	—	ε+	ε-	ε+
	Résineux	+	—	—	—	+	+	—	+	+	+
Coloration anormale	Feuillus	+	—	—	—	+	+	+	+	+	—
	Résineux	+	+	+	+	ε+	+	+	+	—	+

Légende :

- + augmentation significative du nombre d'arbres ayant perdu plus leur feuillage ou présentant une coloration anormale.
- diminution.
- ε+ augmentation peu significative.
- ε- diminution peu significative.
- stabilité parfaite.

Le tableau III résume bien la situation. Une entité "reliefs de l'Est" (Vosges, Jura, Alpes du Nord) a une évolution favorable du côté perte de feuillage et dans une moindre mesure coloration des feuillus.

Un autre fait remarquable est la dégradation quasi générale sur le plan coloration pour les résineux et les feuillus dans 5 régions. Il n'y a pas de corrélation entre les deux phénomènes.

La phrase suivante du rapport mérite d'être citée :

"Il semble assez difficile de dégager au niveau national et par essence des tendances stables sur plusieurs années. Cela paraît compréhensible dans le cadre d'un modèle scientifique où l'effet de la pollution interviendrait en combinaison avec les effets climatiques et la richesse minérale du sol, dans la mesure où le poids respectif de ces trois grands facteurs peut varier d'une zone écologique à l'autre et d'une année à l'autre, sans compter de surcroît les interférences avec la physiologie de l'arbre".

Outre les Vosges, certaines régions présentent des chiffres assez élevés de pertes de feuillage en 1988, en particulier :

Les forêts des autres régions sont nettement moins atteintes.

On voit que les Vosges, souvent ci-

<i>Pertes de feuillage supérieures à 25 %</i>	<i>(% des arbres)</i>	
	Tous feuillus	Tous conifères
Vosges	6,5	17,1
Plaine d'Alsace	7,9	15,7
Jura	6,8	12,2
Alpes du Sud	26,1	21,6
<i>Colorations anormales</i>		
	<i>(% des arbres)</i>	
	Tous feuillus	Tous conifères
Vosges	12,3	14,2
Plaine d'Alsace	18,2	25,1
Jura	8,3	15,3
Alpes du Nord	7,0	16,9
Alpes du Sud	15,8	15,8
Pyrénées	12,1	27,2
Massif Central	7,9	13,1

tées comme typiques du dépérissement, ne sont pas la zone la plus affectée actuellement.

Le rapport est accompagné de "quelques réflexions", notamment celle-ci: les 2 paramètres considérés, pertes de feuillage et colorations anormales, ne sont que des "indicateurs" et ne témoignent guère de la vitalité des arbres, et ces symptômes ne sont pas forcément les signes d'un effet de la pollution atmosphérique.

Le tableau IV montre que le dépérissement est plus important dans le

Bade-Wurtemberg (Forêt-Noire) qu'en Alsace-Lorraine.

Il montre aussi une sérieuse amélioration pour le sapin et l'épicéa de 1985 à 1988 dans le Bade-Wurtemberg.

Depuis 1985, le dépérissement en France n'a pas progressé en moyenne, mais les observations montrent un certain progrès du mal pour les feuillus et quelques améliorations pour les résineux, variables selon les régions.

Revenons au tableau IV. La différence systématique entre Bade-Wurtemberg et Nord-Est de la France.

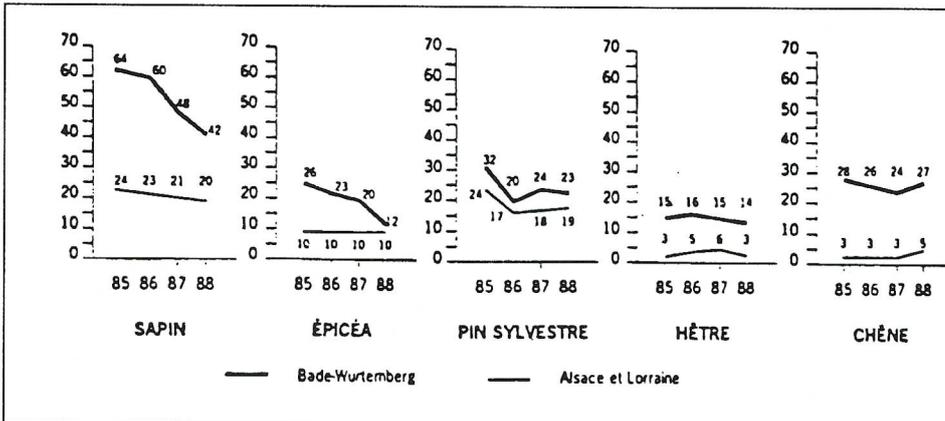


Tableau IV : Evolution de la défoliation des principales essences entre 1985 et 1988 dans les régions limitrophes du Bade-Wurtemberg et de l'Alsace-Lorraine.

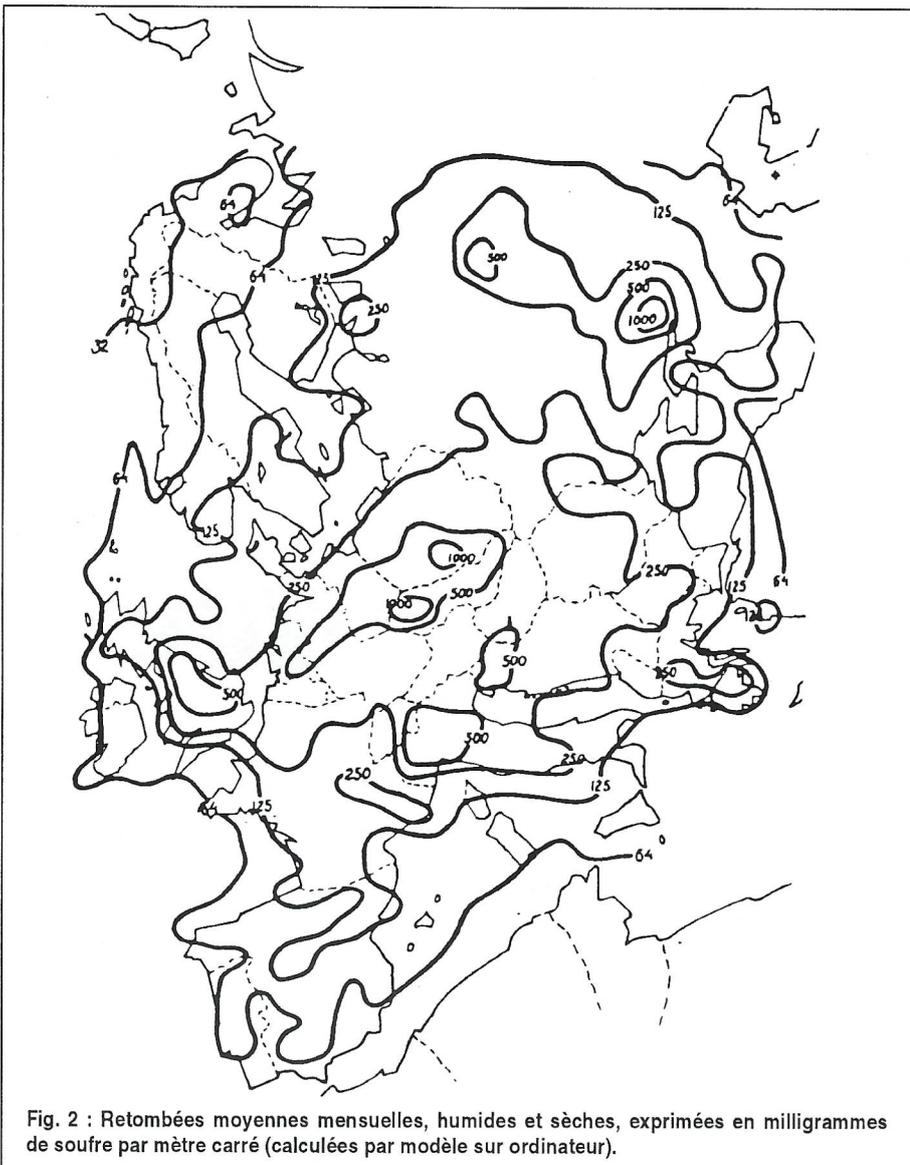


Fig. 2 : Retombées moyennes mensuelles, humides et sèches, exprimées en milligrammes de soufre par mètre carré (calculées par modèle sur ordinateur).

pourrait être attribuée aux différences de sol, de climat, de pluviosité, etc. Mais il paraît intéressant de rapprocher ces différences des données résumées dans les figures 2 et 3.

Les figures 2 et 3 appellent les remarques

suivantes :

Figure 2 : Le maximum se trouve au carrefour des frontières d'Allemagne, de Pologne, de Tchécoslovaquie.

Figure 3 : Pendant les grands froids de janvier 1985, de fortes concentrations de di-

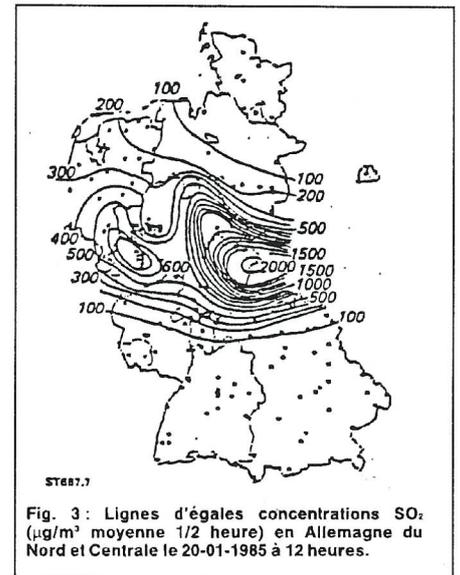


Fig. 3 : Lignes d'égalité des concentrations SO₂ (µg/m³ moyenne 1/2 heure) en Allemagne du Nord et Centrale le 20-01-1985 à 12 heures.

oxyde de soufre ont leur origine dans les pays de l'Est, ex RDA et Tchécoslovaquie.

5 — Le dépérissement en Europe

L'Office Fédéral de l'Environnement de Suisse a publié pour 1989 une carte du dépérissement en Europe (voir figure 4). Bien que la comparabilité des chiffres soit discutable, on peut faire les remarques suivantes :

On n'est pas surpris de trouver la Tchécoslovaquie en tête du dépérissement. Il s'agit en fait de pollutions de proximité plutôt que de transport à grande distance de polluants acides. Par contre, on est surpris de trouver la Grande-Bretagne en première position en Europe Occidentale (*). Les pays Scandinaves sont eux aussi mal placés et, dans

(*) En 1984-1985, les Britanniques s'opposaient aux actions telles que le projet sur les grandes installations de combustion avec l'argument : "On ne peut engager d'actions aussi coûteuses tant qu'on n'aura pas prouvé que la pollution est à l'origine du "mal des forêts".

Ce à quoi les Allemands répondaient : "Quand cette preuve sera faite, il n'y aura plus de forêt" !

* B : Wallonie/Flandres
 ** SU = URSS : Estonie/Kaliningrad/Lituanie/Ukraine/Biélorussie
 *** YU : Slovénie.

Inventaires nationaux

$\frac{56}{15}$ Proportion des arbres des classes de dégâts 1-4 (%)
 Proportion des arbres des classes de dégâts 2-4 (%)

Inventaires régionaux

$\frac{32}{10}$ Proportion des arbres des classes de dégâts 1-4 (%)
 Proportion des arbres des classes de dégâts 2-4 (%)

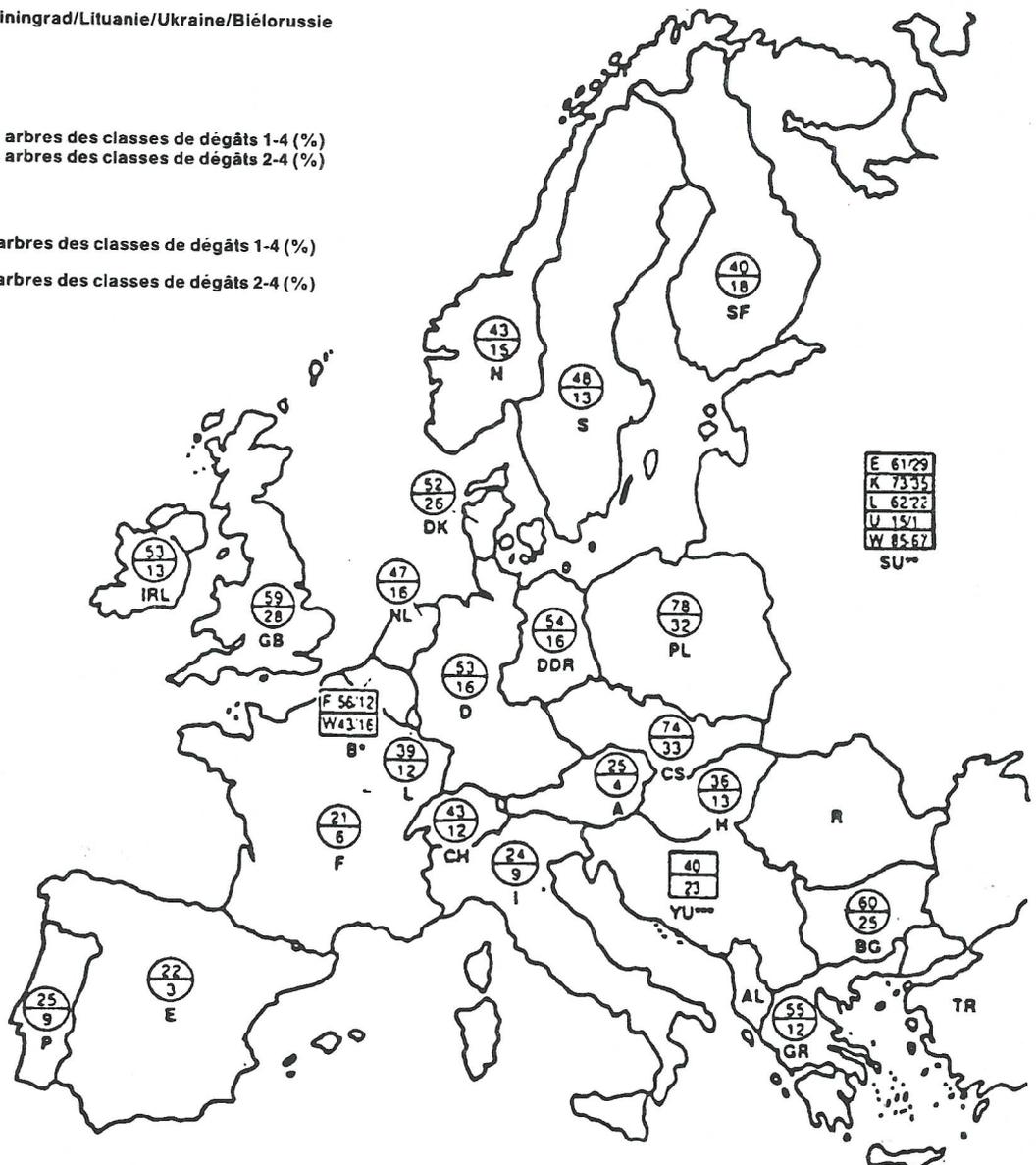


Fig. 4 : Résultats des inventaires des dégâts aux forêts de 1989 en Europe. Proportion des classes de dégâts 1 à 4 (y compris classe d'alerte) et 2 à 4 (seulement dégâts moyens et graves, et arbres secs), de toutes les essences (exception : résineux uniquement en Irlande, Norvège, Suède et Estonie). (Bulletin de l'Office Fédéral de l'Environnement des Forêts et du Paysage 1/91).

leur cas, on ne peut guère parler de "pollution de proximité". Pour des pays de grande étendue, les moyennes n'ont qu'une signification limitée. Ainsi les chiffres pour la France sont modestes, mais on sait que le dépérissement est nettement plus important dans les Vosges et les Alpes du Sud que, par exemple, dans les forêts normandes.

6 — Est-il possible de conclure ? (*)

Des théories variées ont été mises en avant pour expliquer le dépérissement, y compris un virus mystérieux issu de Tchécoslovaquie (une sorte de SIDA des

arbres !), ou encore un effet inattendu des centrales nucléaires. De telles explications n'ont pas "tenu la route".

Un premier bilan vient d'être présenté du programme DEFORPA. Le problème est si complexe que des conclusions fiables ne sont possibles que pour le Massif Vosgien et quelques essences végétales, telles que le sapin pectiné et l'épicéa commun. Mais l'étude a permis d'approfondir la biologie des arbres et d'étendre la connaissance du phénomène au-delà des symptômes visibles de l'altération des arbres.

Il n'y a pas, en France, de dépérissement généralisé, mais des évolutions diverses selon les essences considérées et les régions. En un lieu donné, le dépérissement affecte le plus souvent une ou deux essences et particulièrement les arbres âgés.

(*) Nous empruntons ces conclusions à un récent article de Guy LANDMAN (1) et Pascale MALKA (2).

(1) Ministère de l'Agriculture, Département de la Santé des Forêts.

(2) S.R.E.T.I.E., Ministère de l'Environnement.

SAUVERGNE SCIENCES

SUPPLÉMENT PÉDAGOGIQUE

N° 13

Janvier - Février - Mars 1993

5 F

SOMMAIRE :

- Actions proposées par l'ADASTA..... 2
- Montage permettant la mesure d'une résistance
G. DÉPREUX 3
- Une expérience de stroboscopie 5
- Etude expérimentale des mouvements vibratoires
R. JOUANISSON 6
- Convient-il de délocaliser la poussée d'Archimède ?
G. HATAB 9
- Questions - Réponses
G. HATAB - G. FERRACHAT... 11

Bulletin trimestriel

Edité par ADASTA, complexe des Cézeaux,
63177 AUBIÈRE CEDEX - Tél. 73.40.72.26

Directeur de la publication : R. JOUANISSON.



MISSION ACADÉMIQUE



Nouveaux programmes :

Une manipulation pour la classe de seconde

Editorial

Les nouveaux programmes de la classe de seconde exigent un renouvellement de nos travaux pratiques, aussi bien par les sujets traités que par la démarche qui les anime. L'introduction de l'acoustique nous offre la possibilité d'utiliser dans l'enseignement des appareils d'usage désormais courant. C'est le cas du "baladeur" qui peut être utilisé comme instrument de contrôle scientifique.

Notre ami Gérard Dépreux a conçu une manipulation d'électronique qui utilise un amplificateur opérationnel et permet de mesurer des résistances par comparaison de fréquences acoustiques. Cette comparaison pouvant être réalisée, soit à l'aide d'un oscilloscope, soit par le système audiotif par l'intermédiaire d'un "baladeur".

On verra, à la lecture de l'article qui suit, quelques possibilités de ce dispositif.

Nous avons pensé faire plus. Grâce à l'aide de la MAFPEN et de son dynamique Chef de Mission, le Pr. J.L. Irigaray, toujours attentif à la qualité du potentiel expérimental des établissements scolaires, nous sommes en mesure de fournir un lot de 8 plaquettes à tous les lycées de notre académie qui en feront la demande (une petite participation de l'établissement sera toutefois exigée). Une séance d'initiation, en liaison avec l'Inspection Pédagogique Régionale, sera organisée en mai-juin pour tous les collègues qui sont intéressés par cette opération.

R. Jouanisson.

Nouvelles publications de l'ADASTA : PHYSIQUE EXPERIMENTALE

L'ADASTA commence la publication d'un ouvrage de physique expérimentale qui s'adresse essentiellement aux candidats aux concours de recrutement de l'enseignement secondaire (CAPES et Agrégation de physique) ainsi qu'aux professeurs de lycée.

4 tomes sont actuellement prévus :

Tome 1 : *Montages d'électricité* par R. Jouanisson (170 pages)

Tome 2 : *Montages d'électronique* par G. Dépreux (80 pages)

Tome 3 : *Montages d'optique* par R. Jouanisson (100 pages)

Tome 4 : *Montages de mécanique et acoustique* par R. Jouanisson (80 pages)

Le tome 1 vient de paraître.

Il comprend :

1. Un chapitre introductif qui précise l'esprit dans lequel doit, selon l'auteur, être conduite une expérience ou une séance de travaux pratiques, organisée de manière à contrôler la validité d'un "modèle", avec critique des conditions expérimentales, recherche des causes d'erreurs systématiques, etc... En particulier une étude des incertitudes de sensibilité, en général ignorée dans les ouvrages, est abordée à l'occasion de divers montages où cette question s'impose.

2. Deux chapitres détaillés sur l'utilisation du voltmètre et de l'oscilloscope cathodique.

3. Quatorze chapitres portant sur l'ensemble des phénomènes électriques (courant continu, courant alternatif, mesures des grandeurs électriques, effet photoélectrique et faisceaux d'électrons).

4. Une bibliographie sommaire

Dates de parution :

— Montages d'électricité : 15 février 93

— Montages d'électronique : 15 mars 93

— Montages d'optique : 15 mars 93

— Montages de mécanique : 15 mai 93

Le tome 1 est disponible au prix de 50 F + 15 F (frais de port)

Actions de formation proposées par l'ADASTA au cours de l'année scolaire 1993-1994

L'équipe pédagogique de l'ADASTA propose pour l'année scolaire 1993-1994 un certain nombre d'actions qui figurent au Plan Académique de Formation. Parmi ces actions notons :

1 - Sons et ultra-sons.

Cette action s'adresse aux professeurs de lycée chargés d'enseigner les nouveaux programmes en classe de seconde.

Ce stage concerne essentiellement les problèmes d'ordre expérimental :

- émetteurs sonores, haut-parleur,
- propagation du son - absorption - réflexion - diffraction - mesure de la célérité - notions d'acoustique physiologique et architecturale,
- étude des microphones
- utilisation d'un "baladeur" pour la mesure d'une résistance électrique.

Seront fournis des documents, matériels et un logiciel ADASTA sur la composition des vibrations.

Animateurs : *R. JOUANISSON et G. DEPREUX*

Code : *TCB 012 G*

Date : *17 Novembre 1993 - type II.*

2 - Electricité et électronique en seconde

Ce stage s'adresse à tous les professeurs des lycées classiques, techniques et professionnels. Il concerne les nouveaux programmes de seconde avec utilisation de l'oscilloscope et de l'amplificateur opérationnel.

Une séance de travaux pratiques utilisant les propriétés de l'oreille sera proposée aux stagiaires.

Animateurs : *G. DEPREUX*

Code : *TCB 013 G*

Date : *9 février 1994 - type II.*

3 - L'optique en seconde et première

A l'usage des professeurs des différents types de lycée, ce stage a pour objectif de préciser divers points des nouveaux programmes et de proposer des montages simples adaptés.

En particulier diverses expériences sur les synthèses trichromes seront réalisées.

Animateurs : *L. DETTWILLER et R. JOUANISSON*

Code : *93 TCB 020 G*

Date : *16 mars 1994 - type IV.*

4 - Nouveaux programmes de 4°

Stage essentiellement expérimental sur les sources et la propagation de la lumière. Etude des ombres colorées et de divers problèmes liés à la vision.

Expériences sur l'électrisation, les circuits électriques et l'oscilloscope.

Animateurs : *G. DEPREUX et R. JOUANISSON*

Code : *TCB 014 G*

Date : *8 décembre 1993 - type II.*

5 - Astronomie

Ce stage s'adresse à tous les publics. Il a pour objectif de permettre aux enseignants intéressés de s'initier à la pratique du plâtrier (prêté ensuite dans les établissements) et de diverses activités réalisables avec les élèves : photographie astronomique, réalisation d'instruments, observations,...

Animateur : *J. CHAPELLE*

Codes : *TCB 052 U et TCB 053 U*

Dates : *24 novembre - 15 décembre 93 — de 14 h. à 18 h.*

12 Janvier - 2 Février - 23 Mars 94 - de 14 h à 18 h.

type IV.

6 - Conversion analogique - numérique

Tous publics.

Compte tenu du succès rencontré au cours de l'année passée, ce stage sera reconduit.

Réalisation effective d'un montage permettant de montrer le principe de la conversion analogique-numérique et conversion inverse.

Le montage réalisé est fourni aux stagiaires.

Animateur : *G. DEPREUX*

Code : *TCB 051 G*

Date : *1er décembre 1993 - type IV.*

N.B. Sauf indications contraires tous ces stages se déroulent pendant une journée (6 heures). Les inscriptions doivent se faire par l'intermédiaire de l'établissement lors de la présentation officielle du Plan Académique de Formation.

MONTAGE PERMETTANT LA MESURE D'UNE RESISTANCE PAR AJUSTEMENT DE DEUX FREQUENCES ACOUSTIQUES

G. DEPREUX

I - BUT DU MONTAGE:

Le montage proposé se fixe un triple objectif :

1°) Obtenir un double signal "stéréophonique" sur un casque de baladeur

2°) Visualiser sur l'écran de l'oscilloscope la hauteur d'un son et la fréquence du signal correspondant ; mettre en évidence la notion d'octave

3°) Mesurer une résistance par méthode comparative

II - LA THEORIE DE L'AMPLI-OP EN ASTABLE :

Dans la majorité des cas, l'A.O. est alimenté en tension symétrique (+V, -V).

Pour ce montage, afin d'en simplifier au maximum son utilisation, nous alimentons l'A.O. par une seule source de tension (ex.: pile plate de 4,5 V)

Sur la figure 1 :

* tous les résistors R valent 10 kΩ.

* C = 0,1 μF et P est un potentiomètre de 22 kΩ.

* E est la valeur positive de la tension d'alimentation.

* e est le point milieu sur la branche E+ de l'AO et V_e est son potentiel.

* S est la sortie de l'A.O. et V_S est son potentiel.

Ainsi câblé, l'A.O. est en comparateur de tension :

Si V_{E+} > V_{E-} : V_S est au niveau haut (noté \hat{V}_S)

Si V_{E+} < V_{E-} : V_S est au niveau bas (noté v_S)

Valeur du potentiel de l'entrée non inverseuse : V_{E+} = $\frac{1}{2} (V_S + V_e)$

Valeurs des intensités des courants :

$$i = \frac{E - V_e}{R} \quad i' = \frac{V_e}{R} \quad i_S = \frac{V_{E+} - V_e}{R/2} = \frac{\hat{V}_S - V_e}{R} \quad (\text{niveau haut})$$

$$\text{ou} \quad i_S = \frac{V_e - V_{E+}}{R/2} = \frac{V_e - v_S}{R} \quad (\text{niveau bas})$$

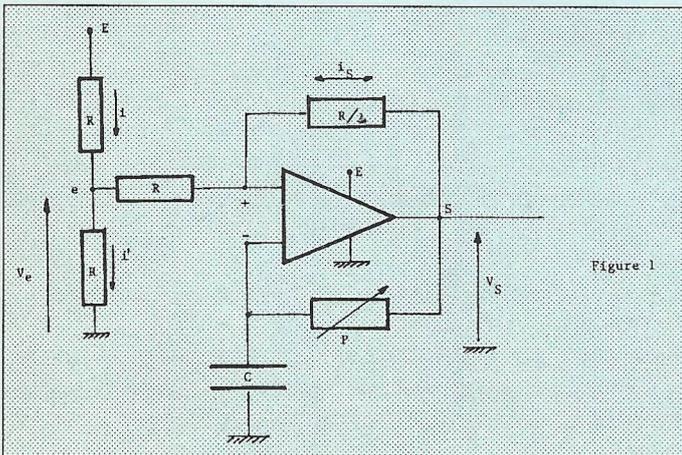


Figure 1

Théorème des nœuds en e :

* au niveau haut : $i + i_S = i'$

$$\text{Soit} \quad \frac{E - V_e}{R} + \frac{\hat{V}_S - V_e}{R} = \frac{V_e}{R} \quad \text{d'où} \quad V_e = \frac{E + \hat{V}_S}{3}$$

$$\text{Alors} \quad V_{E+} = \frac{1}{2} (\hat{V}_S + \frac{E + \hat{V}_S}{3}) \quad \text{ou} \quad V_{E+} = \frac{4\hat{V}_S + E}{6}$$

* au niveau bas : $i = i_S + i'$

$$\text{Soit} \quad \frac{E - V_e}{R} = \frac{V_e - v_S}{R} + \frac{V_e}{R} \quad \text{d'où} \quad V_e = \frac{E + v_S}{3}$$

$$\text{Alors} \quad V_{E+} = \frac{1}{2} (v_S + \frac{E + v_S}{3}) \quad \text{ou} \quad V_{E+} = \frac{4v_S + E}{6}$$

Comportement du condensateur :

En supposant l'A.O. idéal : V_{E+} = V_{E-}

La tension du condensateur évolue donc entre $\frac{4v_S + E}{6}$ et $\frac{4\hat{V}_S + E}{6}$

Charge du condensateur

$$\begin{aligned} t = \tau_c \quad V_{E-} &= \frac{4\hat{V}_S + E}{6} \\ \uparrow \\ V_{E-} & \\ \tau = 0 \quad V_{E-} &= \frac{4v_S + E}{6} \end{aligned}$$

alors que V_S = \hat{V}_S (niveau haut)

Le courant de charge transmise P dans le sens S → E- et vaut

$$i_c = i_0 e^{-\frac{t}{PC}}$$

à t=0 i_c = i₀

$$\text{et} \quad i_0 = \frac{\hat{V}_S - \frac{4v_S + E}{6}}{P} = \frac{6\hat{V}_S - 4v_S - E}{6P}$$

à t = τ_c (durée de la charge)

$$i_c = \frac{6\hat{V}_S - 4v_S - E}{6P} e^{-\frac{1}{PC} \tau_c}$$

$$\text{et} \quad i_c = \frac{\hat{V}_S - \frac{4\hat{V}_S + E}{6}}{P} = \frac{2\hat{V}_S - E}{6P}$$

$$\text{donc} \quad \frac{2\hat{V}_S - E}{6P} = \frac{6\hat{V}_S - 4v_S - E}{6P} e^{-\frac{1}{PC} \tau_c}$$

$$\text{qui conduit à} \quad \tau_c = PC \ln \frac{6\hat{V}_S - 4v_S - E}{2\hat{V}_S - E}$$

$$\text{ou} \quad \tau_c = PC \ln \left(1 + 4 \frac{\hat{V}_S - v_S}{2\hat{V}_S - E} \right)$$

Décharge du condensateur

$$\begin{aligned} t = 0 \quad V_{E-} &= \frac{4\hat{V}_S + E}{6} \\ \downarrow \\ V_{E-} & \\ \tau = \tau_d \quad V_{E-} &= \frac{4v_S + E}{6} \end{aligned}$$

alors que V_S = v_S (niveau bas)

Le courant de décharge traverse P dans le sens E- → S et vaut

$$i_d = i_0 e^{-\frac{t}{PC}}$$

à t = 0 i_d = i₀

$$\text{et} \quad i_0 = \frac{\frac{4\hat{V}_S + E}{6} - v_S}{P} = \frac{4\hat{V}_S + E - 6v_S}{6P}$$

à $t = \tau_d$ (durée de la décharge)

$$i_d = \frac{4\hat{v}_S + E - 6v_S}{6P} e^{-\frac{1}{PC} \tau_d}$$

et
$$i_d = \frac{4v_S + E}{6} - v_S = \frac{E - 2v_S}{6P}$$

donc
$$\frac{E - 2v_S}{6P} = \frac{4\hat{v}_S + E - 6v_S}{6P} e^{-\frac{1}{PC} \tau_d}$$

qui conduit à $\tau_d = PC \ln \frac{4\hat{v}_S + E - 6v_S}{E - 2v_S}$

ou
$$\tau_d = PC \ln \left(1 + 4 \frac{\hat{v}_S - v_S}{E - 2v_S} \right)$$

Période du signal en créneau : (voir figure 2)

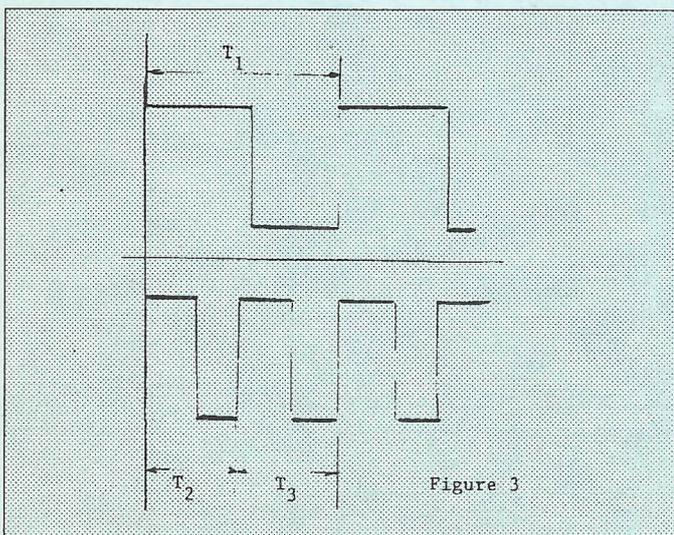
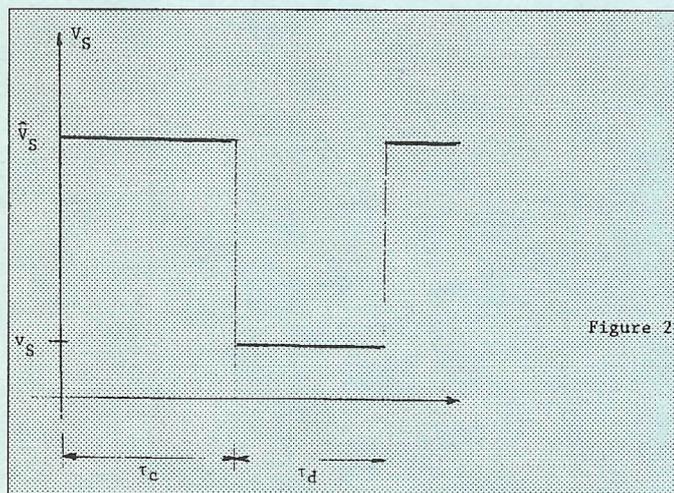
elle vaut
$$T = \tau_c + \tau_d$$

soit
$$T = PC \ln \left[\left(1 + 4 \frac{\hat{v}_S - v_S}{2\hat{v}_S - E} \right) \left(1 + 4 \frac{\hat{v}_S - v_S}{E - 2v_S} \right) \right]$$

Ainsi, pour une alimentation donnée, \hat{v}_S , v_S et E sont des valeurs constantes et en posant $\ln \left[\dots \right] = K$:

$$T = KPC$$

En conclusion, pour la valeur $C = 0,1 \mu\text{F}$, le seul paramètre qui influence la période est la valeur du potentiomètre P (et T est une fonction linéaire de P).



III - DESCRIPTION DE LA PLAQUETTE

Le schéma d'implantation des composants est en figure 4.

La plaquette comprend les "accès" suivants :

1°) **A droite** : * la cosse borne + en haut

* la cosse borne - en bas Ces deux cosses reçoivent l'alimentation correctement polarisée (ex. : la pile plate 4,5V).

Le montage peut être alimenté de 4,5V à 12V.

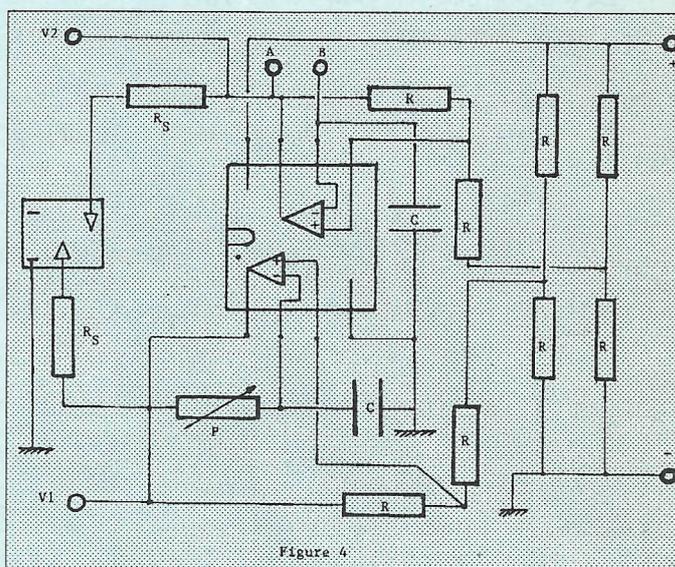
2°) **A gauche** : * la cosse borne V2 : elle est connectée à la sortie de l'Ampli-Op du haut (noté A.O.2.). Elle sera utilisée pour analyser le signal délivré par cet A.O. sur la voie 2 de l'oscilloscope.

* la cosse borne V1 : elle est connectée à la sortie de l'Ampli-Op du bas (noté A.O.1.). Elle sera utilisée pour analyser le signal délivré par cet A.O. sur la voie 1 de l'oscilloscope.

3°) **En haut** : deux cosses bornes notées A et B écartées de 19 mm peuvent recevoir :

* Soit un cavalier à l'écartement d'une prise de courant, et muni d'un résistor de valeur à déterminer

* Soit deux fils reliés à une boîte à décades



4°) **Au centre - à gauche** :

La prise pour le raccordement du casque de baladeur.

Outre les différents résistors, on remarque le C.I. double A.O., les deux condensateurs $C = 0,1 \mu\text{F}$ et le potentiomètre P ($22 \text{ k}\Omega$) protégé par une résistance de 47Ω en série.

IV - PREMIERE MANIPULATION :

Dans toute la suite de l'exposé on considère la plaquette alimentée par une pile plate de 4,5 V.

Le manipulateur introduit la fiche du casque pour se raccorder au montage : un son lui arrive alors sur l'oreille gauche (par exemple). En "jouant" sur le potentiomètre P , on peut augmenter ou diminuer la fréquence de ce son. C'est l'A.O. du bas n° 1 qui est alors en "service".

Le manipulateur introduit un cavalier en (AB) sur lequel est implanté un résistor R (ex : Jaune Violet Rouge) : un second son arrive alors sur l'oreille droite.

En "jouant" sur le potentiomètre P , on accorde les deux sons rigoureusement à la même hauteur.

On remplace alors le résistor R par deux fils reliés à une boîte à décades. Le signal reçu à l'oreille gauche est la référence : en jouant sur les décades, on accorde de nouveau les deux sons à la même fréquence.

Il suffit de lire la valeur de R sur la boîte à décades (ex : 4710 Ω).

On peut vérifier la valeur de R à l'ohm-mètre : les résultats sont très proches.

Remarque : Le manipulateur perçoit très nettement les battements aux fréquences proches l'une de l'autre : on peut donc utiliser ce phénomène pour trouver l'accord.

V - SECONDE MANIPULATION :

On implante la boîte à décades en (AB) avec la valeur $R_1 = 20$ k Ω .

On branche la voie 2 de l'oscillo sur la sortie V2 de la plaquette.

On relève alors la fréquence N_1 du signal en créneaux.

On accorde le son de gauche sur cette fréquence et on branche la voie 1 de l'oscilloscope sur la sortie V1 de la plaquette.

En baissant la valeur de la résistance sur la boîte, on élève la fréquence jusqu'à obtenir l'accord avec le signal de gauche, mais à l'octave supérieur : on note alors N_2 et R_2 (on doit vérifier que $R_2 = 10$ k Ω et que $N_2 = 2N_1$).

Montrer que la période du signal de la voie 1 est le double de celui de la voie 2 (figure 3).

On recommence l'expérience à l'octave supérieur.

On peut dresser le tableau :

$R_{k\Omega}$	20	10	5	2,5
N	N_1	$2N_1$	$4N_1$	$8N_1$

Conséquences :

* On illustre la formule $T = KPC$: si $R \searrow$, alors $T \searrow$, soit $N \nearrow$

* On utilise l'oscillographe pour déterminer la période : cette manipulation s'applique au programme de seconde.

* Le manipulateur peut tester son aptitude à bien identifier la hauteur d'un son.

Remarque :

Aux fréquences élevées, il devient très difficile d'accorder les deux fréquences.

Il suffit d'observer la courbe en voie 2 :

* en fréquences proches mais inégales, la courbe 2 se déplace par rapport à la courbe 1

* à l'égalité des fréquences, la courbe 2 se stabilise.

(L'oscilloscope est calibré sur la voie 1 pour la base de temps).

VI - CONCLUSION :

Ce montage permet d'aborder expérimentalement de nombreux points du programme de seconde :

* analyse d'un signal périodique à l'oscilloscope :

— détermination des amplitudes \hat{V}_S et V_S en tenant compte du calibre

— détermination de la période et de la fréquence par la base de temps

* Comparaison de deux signaux à l'oscilloscope :

— soit de même fréquence

— soit de fréquences multiples

* identification d'un signal sonore :

— utilisation du casque de baladeur de l'élève

— notion d'octave

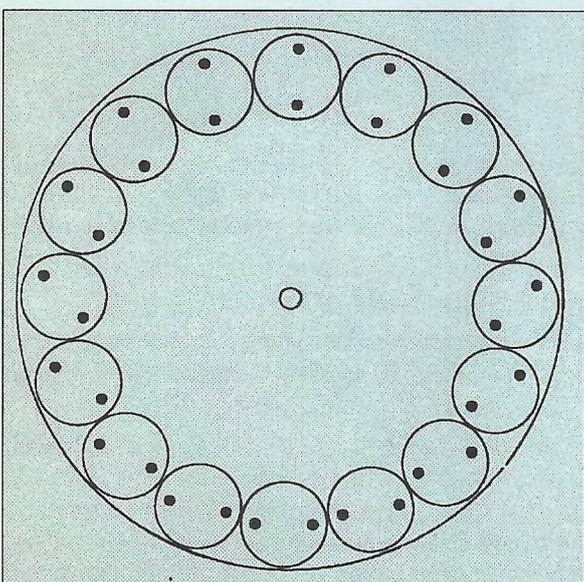
* **Etude d'une méthode de mesure faisant appel à un critère subjectif.**

On compare les résultats obtenus pour les deux méthodes : méthode objective (utilisation de l'oscilloscope) et méthode subjective (système auditif).

En particulier on déterminera la sensibilité de la méthode : pour cela on évalue la variation de résistance ΔR qui provoque une variation perceptible de fréquence au voisinage de l'équilibre. A cette sen-

sibilité correspond une incertitude de sensibilité $\frac{\Delta R}{R}$ qui limite la précision de la mesure.

Vérifier que la sensibilité différentielle de l'oreille est maximale au voisinage de $N = 1000$ Hz, c'est-à-dire que $\frac{\Delta R}{R}$ est minimal dans ce cas.



UNE EXPÉRIENCE DE STROBOSCOPIE

Reproduire ou photocopier (en l'agrandissant suffisamment) le disque ci-contre qu'on fixera sur un disque métallique mis en rotation uniforme. En faisant varier la vitesse de rotation ou la fréquence des éclairs d'un stroboscope on pourra observer des effets intéressants sur la persistance des impressions lumineuses. En particulier si le disque fait un tour par seconde et si la fréquence des éclairs est de 16 Hz, les cercles paraissent immobiles et les points noirs son animés d'un mouvement de rotation.

"Expérience décrite dans "PHYSICS DEMONSTRATION EXPERIMENTS" DE H.F. Meiners, Ronald Press Compagny, 1970).

ETUDE EXPÉRIMENTALE DES MOUVEMENTS VIBRATOIRES

R. Jouanisson

Nous commençons, avec ce numéro, la publication de documents et expériences portant sur les nouveaux programmes de seconde. Nous espérons ainsi aider nos collègues peu familiarisés, en particulier, avec les notions d'acoustique.

On résume dans ce chapitre les principales techniques expérimentales qui permettent d'analyser les phénomènes vibratoires d'origine mécanique et dont les fréquences s'échelonnent entre quelques Hz et quelques dizaines de kHz. Cette étude concerne essentiellement le domaine des sons et des ultra-sons.

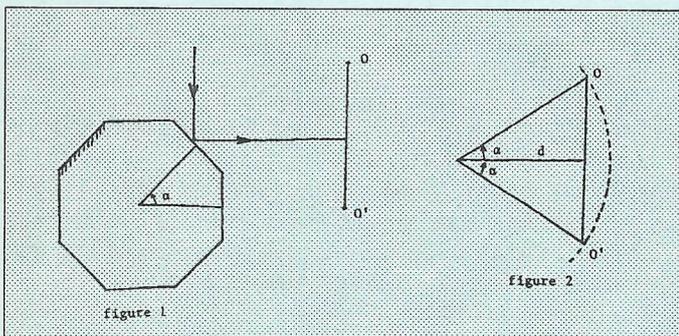
1) Miroir tournant

Cette méthode ancienne est décrite pour mémoire, car elle est peu commode en regard des méthodes modernes et peu adaptée aux mesures. Elle garde cependant son intérêt pédagogique. De plus, l'utilisation du laser permet de simplifier et d'améliorer la qualité de l'enregistrement graphique.

Le "miroir tournant" est constitué de n facettes réfléchissantes identiques fixées sur un cylindre qui peut être animé d'un mouvement de rotation uniforme, de vitesse angulaire ω , réglable.

Quand le miroir a tourné de $\frac{1}{n}$ tour, une facette prend la place de la suivante. Un faisceau lumineux tombant sur une facette se déplace de 2α lorsque le miroir tourne de $\alpha = \omega t$ et, sur l'écran situé à la distance d , on observe une trace lumineuse qui se déplace proportionnellement au temps selon OO' si l'écran est une portion de cylindre centré sur le miroir. (Figure 1)

Comme il est plus commode d'utiliser un écran plan, on préfère limiter la valeur de l'angle α , en multipliant le nombre de facettes, de sorte que le déplacement OO' , proportionnel à $\tan \alpha$ soit sensiblement proportionnel à α de manière à constituer une "base de temps".



Par exemple avec 8 facettes, on a

$$\alpha = \frac{\pi}{4}$$

La différence entre $\tan \alpha$ et α vaut 20 % au maximum (figure 2).

Quand le miroir a tourné de α , le faisceau tombe brusquement sur la facette suivante et la trace lumineuse revient au point de départ.

Afin d'obtenir une trace continue, grâce à la persistance des impressions lumineuses, il est nécessaire que le phénomène à analy-

ser ait une fréquence assez élevée, de l'ordre de quelques dizaines de hertz.

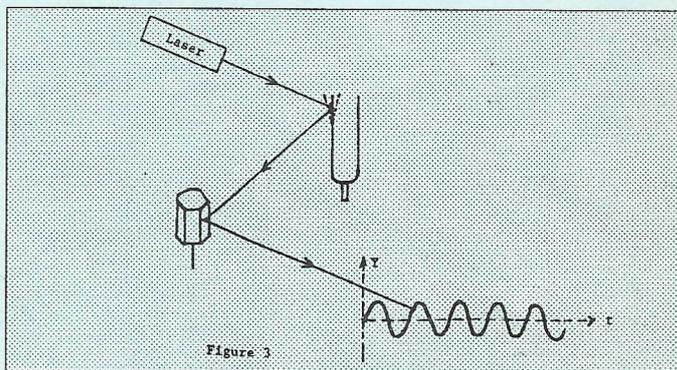
Exemples d'expériences utilisant un miroir tournant

1) Vibration d'un diapason (figure 3)

On fixe un petit miroir (afin de perturber le moins possible le mouvement du diapason) sur l'extrémité d'une des branches. Ce miroir est aluminé sur la face avant de manière à ne donner qu'une image par réflexion (on peut aussi utiliser un miroir ordinaire d'épaisseur très faible, de sorte que l'image obtenue par réflexion vitreuse soit pratiquement confondue avec l'image par réflexion métallique).

La source est un faisceau laser. Le miroir tourne autour d'un axe vertical. Lorsque le diapason est au repos, on observe une fine trace lumineuse horizontale sur l'écran. Le miroir étant au repos, on provoque la vibration du diapason (le mieux est d'utiliser un diapason entretenu) ; on observe sur l'écran une trace verticale yy' décrivant le mouvement de l'extrémité du diapason (ici sensiblement proportionnel à $\sin \omega t$).

Lorsqu'on combine les deux mouvements on observe sur l'écran une courbe donnant $y = a \sin \omega t$.



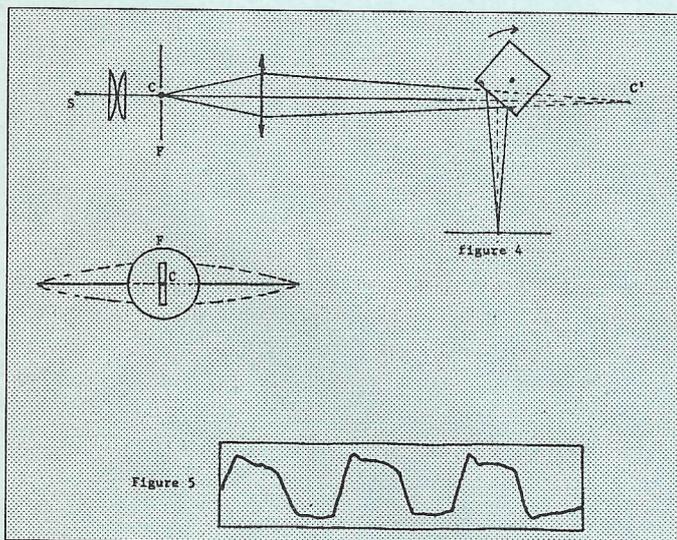
2) Analyse du mouvement d'une corde vibrante

On se propose d'analyser le mouvement d'un point d'une corde qui est le siège d'ondes stationnaires.

La corde étant horizontale et vibrant dans un plan vertical, on observe un point C de cette corde à travers une fente verticale éclairée par une source étendue (lanterne de projection).

A l'aide d'un objectif on fait l'image de cette fente sur un écran. Lorsque la corde est au repos on voit un point sombre au milieu de l'image de la fente. On analyse le phénomène au miroir tournant : on obtient une bande éclairée avec une trace noire horizontale. Lorsque la corde vibre on obtient la courbe cherchée en noir sur fond éclairé (figure 4).

- Dans le cas de l'expérience de Melde on obtient une sinusoïde
- Avec une corde vibrante on obtient une courbe périodique dont la forme dépend du type d'excitation (corde frottée ou pincée) et qui permet de définir le timbre de l'instrument) (figure 5).



3) Etude des battements

On utilise deux diapasons identiques. L'un des diapasons est muni d'une masselotte qu'on déplace sur une branche. Cette masselotte constitue une surcharge qui permet de modifier légèrement la fréquence du diapason.

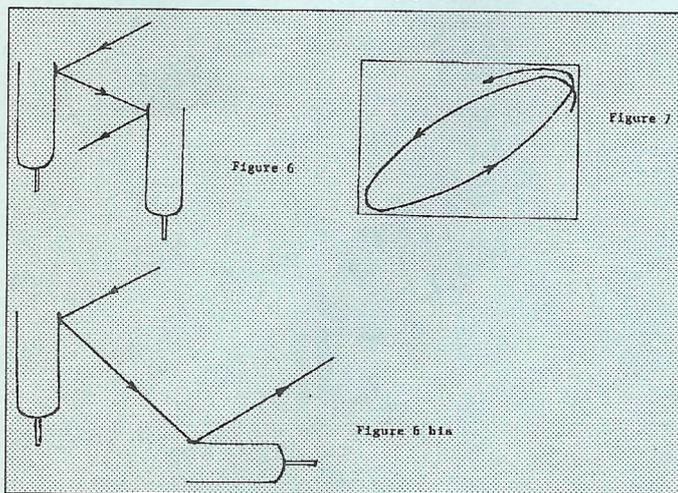
On réalise la composition des vibrations de fréquences voisines à l'aide du montage de la figure 6.

4) Composition de mouvements de directions différentes

En particulier on peut composer des mouvements de directions perpendiculaires avec deux diapasons de même fréquence f .

L'un des diapasons a son plan de vibration perpendiculaire à celui de l'autre (figure 6 bis).

On observe une ellipse qui se déforme lentement (il est difficile d'obtenir deux fréquences rigoureusement identiques). La fréquence ν avec laquelle l'ellipse se déforme permet de calculer la différence des fréquences $\Delta f = \nu$ des diapasons (figure 7).



2) Stroboscopie

L'éclairage stroboscopique est particulièrement commode pour

l'observation au ralenti de certains phénomènes vibratoires. De plus, il permet des mesures de fréquence et de longueur d'onde. Les stroboscopes électroniques actuellement disponibles donnent des éclairs dont la durée est très inférieure à la période des éclairs.

Soit f_0 la fréquence du phénomène vibratoire à étudier, f la fréquence des éclairs :

a) Si $\frac{f}{f_0} = n$ entier on immobilise le système vibrant dans n positions.

Par exemple, si on analyse un disque en rotation uniforme, comportant un secteur noir on verra n secteurs régulièrement répartis (figure 8)

Vérifier que $\frac{f}{n}$ est constant = f_0 . En déduire $f_0 \pm \Delta f_0$

b) Si $\frac{f_0}{f} = n'$ entier on verra également le système immobile (il est éclairé une fois tous les n' tours).

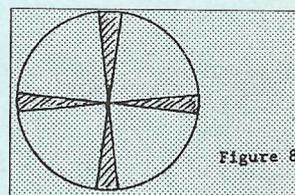
En conclusion, pour mesurer une fréquence, quand on a obtenu l'immobilité du système, il faut vérifier qu'en doublant la fréquence on voit bien le système dans deux positions différentes.

c) Mouvement ralenti

Si la fréquence du phénomène est voisine de la fréquence des éclairs on observe un mouvement apparent ralenti soit dans le sens réel ($f_0 > f$), soit dans le sens opposé ($f > f_0$). La fréquence apparente du phénomène est

$$\nu = |f - f_0|$$

Pour des fréquences inférieures à 10 Hz l'observation stroboscopique est pratiquement impossible à cause de l'insuffisance de la persistance des impressions lumineuses.



3) Utilisation de capteurs électriques

La plupart des procédés d'étude actuellement utilisés sont basés sur le principe de la transformation d'une vibration mécanique en vibration électrique, qu'il est commode d'analyser avec un oscillographe cathodique.

Les capteurs sont très nombreux ; ils permettent de mesurer des déplacements, des vitesses, des accélérations, des forces, des pressions, etc... Ils font appel à des phénomènes physiques très divers : effet piézoélectrique, résistance variable, capacité variable, semi-conducteurs, modulation de lumière, électrodynamique, etc... qui sont sélectionnés en fonction de divers critères : linéarité, temps de réponse, sensibilité, limites d'utilisation, commodité d'emploi, etc...

Nous rappelons ici le principe des microphones les plus utilisés pour les mesures acoustiques, qui sont de types électromagnétique, électrostatique, piézoélectrique ou magnétostrictif : le mouvement des molécules de gaz (air en général) provoque le mouvement d'une membrane à l'origine d'un signal électrique.

Il y a deux grandeurs fondamentales associées à l'onde acoustique : la pression et la vitesse ; mais seule la pression est d'accès commode. On peut cependant mesurer indirectement la vitesse à l'aide de microphones à "gradient de pression" qui sont, de plus, sensibles à la direction de l'onde (ce qui leur confère un intérêt lors de l'enregistrement des sons).

4) Exemples de mouvements vibratoires analysés à l'aide de l'oscilloscope

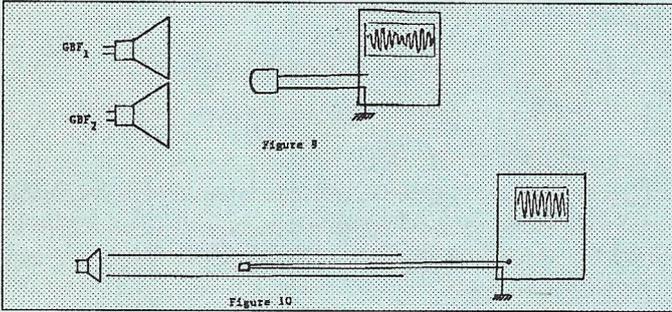
Pour une utilisation correcte de l'oscilloscope, et en particulier

pour effectuer des mesures voir "Montages d'Electricité" édité par l'ADASTA.

On utilisera le type de microphone le mieux adapté au phénomène à étudier.

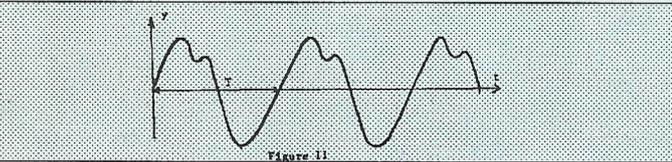
— Un microphone électrodynamique convient pour l'étude de la pression acoustique dans un domaine relativement étendu (figure 9)

— un microphone à électret, type micro cravate, de dimensions de l'ordre du cm³ sera adapté pour l'exploration de la pression acoustique dans un tuyau (par exemple pour l'étude des ondes stationnaires) (figure 10).



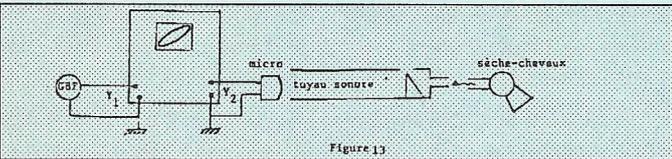
a) Mesure d'une fréquence

Utiliser le balayage en position "étalonnage". Mesurer la période par $t = nT$ (figure 11)



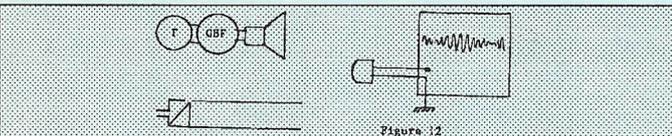
La précision $\frac{\Delta f}{f}$ est de l'ordre de 2 à 3 %.

N.B. Pour que la détermination soit faite avec le maximum de précision, il faut mesurer les longueurs sur l'axe des temps, avec un signal de grande amplitude.



b) Méthode des battements

Cette méthode est plus précise. Elle nécessite un générateur sonore auxiliaire de fréquence ajustable.



Soit f_0 la fréquence à mesurer (par exemple un tuyau sonore) (figure 12). Grâce à un haut-parleur alimenté par un générateur BF et délivrant un signal sinusoïdal de fréquence réglable et mesurée à l'aide d'un fréquencemètre, on réalise des battements.

On règle la fréquence du générateur de manière à observer l'unisson, les deux sources ayant sensiblement la même intensité.

A l'unisson : $f_0 = f + \nu$ ν : fréquence des battements.

On peut s'assurer par exemple que $\nu < 0,01$ Hz

(période des battements supérieure à 100 s).

Si f est de l'ordre de 10^3 Hz, ν est généralement négligeable devant l'incertitude de classe du fréquencemètre qui limite la précision

$$\frac{\Delta f_0}{f_0} \approx \frac{\Delta f}{f}$$

c) Méthode des courbes de Lissajous

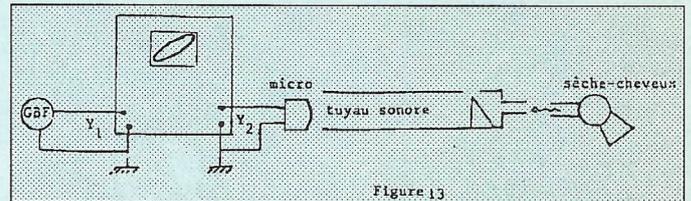
Le signal à mesurer est porté sur la voie Y et le signal de référence sur la voie X. Lorsque les deux signaux ont même fréquence on obtient une ellipse stable sur l'écran. Si la différence des fréquences est $\nu = \frac{1}{T}$, l'ellipse se déplace car le déphasage varie. L'ellipse reprend sa position initiale au bout du temps $\tau = \frac{1}{\nu}$. (Figure 7)

Comme précédemment on peut s'assurer que les deux fréquences sont égales à 0,01 Hz près (ordre de grandeur).

Par cette méthode on mesurera par exemple une faible variation de fréquence.

Exemple : Montrer l'influence de la température sur la fréquence du son émis par un tuyau sonore : le tuyau est alimenté par la soufflerie (air non chauffé) d'un sèche cheveu. On règle la fréquence de référence de manière à obtenir une ellipse bien stable. On chauffe alors l'air de la soufflerie : l'ellipse se déforme avec une fréquence qui augmente puis se stabilise. Pour rétablir la stabilité de l'ellipse il est nécessaire d'augmenter la fréquence de référence. (La fréquence émise par un tuyau croît comme \sqrt{T} .

(T température absolue de l'air) (figure 13)



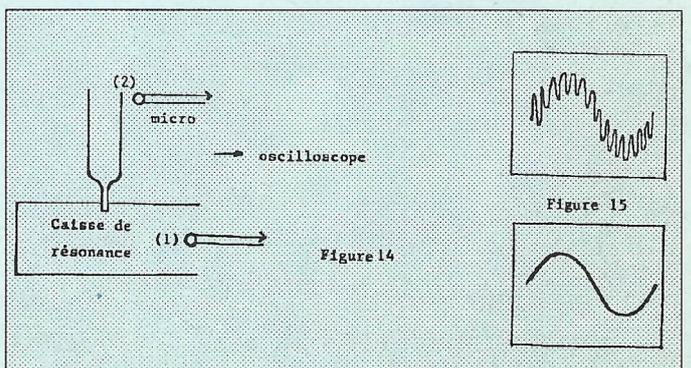
d) Timbre des instruments de musique

Un microphone à électret (type micro-cravate) permet d'étudier le timbre de différents instruments et en particulier la voix humaine. Placer le microphone près de l'embouchure d'un instrument à vent ou près de l'ouverture de la caisse de résonance d'un instrument à corde et observer la variation de la pression en fonction du temps. Certains instruments (type trompette) ont un timbre complexe. On notera que certains harmoniques peuvent avoir une plus grande amplitude que le fondamental.

Expérience : utiliser un diapason sans caisse de résonance : excité normalement (avec un petit marteau en caoutchouc) le diapason émet un son sinusoïdal. Excité par un choc métallique près de la queue il émet un son contenant un harmonique d'ordre élevé (par exemple 6). (Figures 14 et 15)

L'harmonique s'amortit rapidement et le son devient "pur". L'harmonique est encore plus rapidement amorti si la queue du diapason touche sa caisse de résonance. De plus le son est renforcé.

Vérifier que le niveau sonore est beaucoup plus élevé près de l'ouverture du tuyau (1) que près des branches du diapason (2).



Comme suite à l'article sur l'ouvrage "Le Mirage et la Nécessité" de Michel Hulin :

Nous nous proposons, dans cette rubrique, d'utiliser quelques unes des caractéristiques pointées par Michel Hulin au sujet de l'enseignement de la physique.

Pour commencer, nous allons essayer de montrer les difficultés qui peuvent résulter d'une maîtrise insuffisante du formalisme et, en particulier, de la fâcheuse habitude qui consiste à placer un peu n'importe où le point d'application d'une force.

"CONVIENT-IL DE DÉLOCALISER LA POUSSÉE D'ARCHIMEDE ?"

par G. Hatab.

Première modélisation de l'action entre 2 systèmes (de l'un sur l'autre), la force, quoique considérée comme notion de base, ne bénéficie pas toujours d'un statut bien défini, quasi essentiellement à cause de son point d'application, parfois déterminé, qui plus est, bizarrement.

Cette ambiguïté rejaillit sur la notion de vecteur, caractérisé, par ailleurs, par direction, sens et norme (ou ce qui en tient lieu) auquel se réduit, la plupart du temps, la dite force. En effet, le vecteur ainsi évoqué n'a ni origine ni extrémité ; il ne saurait être question de point d'application.

Nous allons, pour surmonter cette difficulté, considérer une force F comme un couple (P, \vec{f}) faisant intervenir un point P (le point d'application) et un vecteur \vec{f} (le vecteur force... auquel ne se réduit pas la force) et montrer le bien fondé d'un tel choix sur le 4ème exercice de l'épreuve de sciences physiques du baccalauréat 1988 à Pondichéry.

Nous en profiterons pour récuser le choix habituel — centre de masse du liquide déplacé — du "centre" de poussée d'Archimède, basé, sans doute, sur des considérations naïves d'**opposition directe** au "poids du liquide déplacé" (la force de pesanteur étant — correctement — localisée au centre de masse).

I - Enoncé :

On rappelle que tout corps plongé dans un liquide est soumis à une force F_A , la poussée d'Archimède, directement opposée au poids du liquide déplacé.

Un cylindre homogène, de section S , de longueur L , de masse volumique ρ flotte sur l'eau, de masse volumique ρ_e . Un système de guidage sans frottement le maintient vertical.

1°) a) Exprimer $\|F_A\|$ en fonction de S , ρ_e , de la hauteur immergée h et du champ de pesanteur g .

b) On veut, qu'à l'équilibre, une hauteur $h = \frac{L}{2}$ soit immergée. Quelle doit être la relation entre ρ et ρ_e ?

2°) Le système étant en équilibre, on l'enfonce d'une longueur a . A un instant pris comme origine des temps on l'abandonne sans vitesse initiale.

Déterminer l'équation du mouvement du cylindre. (On néglige les frottements).

3°) Exprimer la fréquence N_0 du mouvement.

Application numérique :

$S = 1 \text{ cm}^2$; $L = 20 \text{ cm}$; $a = 1 \text{ cm}$; $\rho_e = 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$
Accélération de la pesanteur : $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$.

II - Solution de la question n° 2

La question posée nous impose de choisir, comme système d'étude, le cylindre et, comme référentiel (indispensable dès lors qu'il s'agit de mouvement), le sol terrestre réputé suffisamment galiléen. Effectué classiquement à partir de l'analyse des actions extérieures dont l'expression est accessible, le bilan fait ressortir, en négligeant tous les frottements (eau, air, dispositif de guidage), 3 forces, de

pesanteur (exercée par la Terre), d'Archimède (exercée par l'eau) et de "réaction" (exercée par le dispositif de guidage) à préciser.

On ne tient pas compte de la poussée d'Archimède, exercée par l'air et qui est verticale ascendante.

Ecarté de sa position d'équilibre puis lâché, le cylindre va prendre un mouvement vertical, relativement à l'eau (globalement située autour du cylindre), descriptible avec l'unique aide des 2 premières forces (seules verticales). La 3ème action, horizontale, n'influe nullement sur ce mouvement et ne peut d'ailleurs se modéliser suivant une force, sans pouvoir en dire plus, en l'absence de renseignements sur le guidage, sinon que, empêchant le basculement du cylindre, elle se comporte **comme un moment de force(s)**.

Notons, à ce stade, que la classification des forces par type (à distance, de contact — solide ou fluide —) implique des contraintes sur le découpage de l'"extérieur" en systèmes "responsables" de ces forces. Ainsi, le système "Terre" retenu, source, globalement, de la force de pesanteur, exclut l'eau du récipient (et l'air la surmontant) qui exerce la force d'Archimède. Considérer globalement le système "Terre incluant l'eau..." serait peu judicieux car, directement, on ne possède que peu de renseignements sur la force correspondante (nulle à l'équilibre) et l'on ne peut en acquérir, indirectement, qu'en recourant au choix précédent. Pourquoi ne pas s'y cantonner, d'autant qu'on ne sait pas additionner des forces de points d'application distincts (même si l'on connaît la somme de leurs vecteurs forces !)?

Enfin, illustrant par là l'inévitable part d'implicite que comporte tout énoncé et qui rend délicat tout problème original, nous allons décider que la surface libre reste au même niveau à cause du rapport (très petit) des volumes du cylindre et de l'eau (nous choisissons d'étudier cette situation !).

C_p : centre de pesanteur

C_e : centre de masse (d'inertie, de pesanteur,...) de l'eau "déplacée"

P_A : point d'application, non connu, de la force d'Archimède, placé (sur le schéma), en attente, en dessous de C_e .

Remarque : Nous admettons confondus (pour le cylindre) les différents centres d'inertie, de masse... L'origine du repère vertical descendant sera placée en C_p à l'équilibre.

1. Solution utilisant la relation ex-fondamentale.

Le référentiel (terrestre) retenu étant suffisamment galiléen, la relation fondamentale de la dynamique de translation peut se traduire par, m , égal à ρLS , désignant la masse du cylindre :

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = f_{pes} + f_A = [m - \rho_e S (h + x)] \|\vec{g}\|$$

Comme, à l'équilibre, $m = \rho_e Sh$, on peut réduire, diviser par m ou plutôt ρSL et aboutir

$$\sqrt{\frac{\rho_e}{\rho} \cdot \frac{\|\vec{g}\|}{L}}$$

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + \Omega_0^2 x = 0$$

C'est l'équation différentielle d'un mouvement sinusoïdal de pulsation Ω_0 , qui n'a, nulle part, fait intervenir la position de P_A . La solution en est : $x = a \cos \Omega_0 t$.

Ce résultat démontre la stabilité verticale de l'équilibre (retour à cause des inévitables frottements).

2) Solution utilisant le théorème de l'énergie cinétique :

Version intégrée, pour ce mouvement de translation, de la relation précédente, relativement au même référentiel, ce théorème doit conduire au même résultat.

Comme la poussée d'Archimède varie au cours du temps, nous allons mobiliser les ressources du calcul différentiel en choisissant un intervalle $[t, t + dt]$ de durée suffisamment petite pour qu'on puisse y négliger les variations de f_A , v , v_A (composantes des vecteurs force, vitesse de C_P et vitesse de P_A)... devant f_A , v et v_A (respectivement).

De t à $t + dt$, le théorème cité s'écrit, v étant égal à $\frac{dx}{dt}$:

$$\frac{m}{2} [(v + dv)^2 - v^2] = \left\| \vec{g} \right\| [m dx - \rho_e S(h+x) v_A dt]$$

Remarque. Négliger dv sans se référer à v reviendrait à, illégitimement, annuler le 1er membre.

En simplifiant par ρSL et en négligeant dv devant v , on aboutit à, en divisant par dt :

$$v \frac{dv}{dt} = \left[v - \frac{\rho_e}{\rho} \frac{h+x}{L} v_A \right] \left\| \vec{g} \right\|$$

Puisque $\frac{\rho_e h}{\rho L} = 1$ (équilibre) et $\Omega_0^2 = \frac{\rho_e}{\rho} \frac{\left\| \vec{g} \right\|}{L}$, on peut

réarranger suivant : $\left(\left\| \vec{g} \right\| + \Omega_0^2 x \right) v_A - \left(\left\| \vec{g} \right\| + \frac{dv}{dt} \right) v = 0$

Comme $\frac{dv}{dx} = \frac{d^2 x}{dt^2}$,

on aboutit à l'équation différentielle précédente ou, mieux, la solution précédente vérifie cette équation différentielle à condition que :

$$\left(\left\| \vec{g} \right\| + \Omega_0^2 x \right) (v_A - v) = 0 \text{ (ou en divisant } \Omega_0^2) \left(x + \frac{\rho}{\rho_e} L \right) (v_A - v) = 0$$

x étant strictement inférieur $\frac{\rho}{\rho_e} L$, il en résulte : $v_A = v$

P_A est lié au cylindre et même, plus précisément, fixe par rapport au dit cylindre. Compte tenu de la symétrie, il se trouve sur l'axe du cylindre ; comme c'est le point d'application d'une force de contact exercée par l'eau, il est raisonnable, mais non obligatoire (sans autre renseignement) de le situer au centre de la base inférieure.

Revenons au point C_e ; compte tenu des abscisses, $\frac{L}{2} - h$ et $\frac{L}{2} + x$, de la surface libre et de la base inférieure, son abscisse est égale à $\frac{L-h}{2} + \frac{x}{2}$ et sa vitesse est égale à $\frac{dx}{2}$ c'est-à-dire $\frac{v}{2}$.

Le théorème de l'énergie cinétique ne peut être vérifié si l'on choisit ce point, qui n'est lié ni au cylindre, ni à l'eau (que ce soit la surface libre-immobile — ou la partie juste sous le cylindre — de vitesse v) en guise de point d'application de la force d'Archimède.

Remarque. Si l'on remplaçait le récipient précédent par un autre, de type cylindre, dont l'aire, S_0 , de la section droite n'est plus très grande devant S , en utilisant l'incompressibilité de l'eau et, par rapport à la surface libre à l'équilibre, l'égalité des volumes de cylindre ayant "traversé" dans un sens (Sx) et d'eau ayant "traversé" dans l'autre sens ($-S_0 x_e$, x_e traduisant le déplacement de la surface libre quand celui du cylindre est x), on aboutirait à un résultat très voisin, Ω_0 devenant seulement égal à

$$\sqrt{\frac{\rho_e}{\rho} \left(1 + \frac{S_0}{S} \right) \frac{\left\| \vec{g} \right\|}{L}}$$

Il subsisterait la même indétermination, sans conséquence autre que l'absence d'unicité, sur le point d'application, **géométrique** car essentiellement défini par des relations géométriques (à partir de considérations dynamiques voire cinématiques), que l'on gagne, pour en suivre la trace, à identifier à un point matériel.

III. - Changement de niveau d'investigation

Décomposons le cylindre en parties infinitésimales, cylindriques de section droite ci-jointe (schéma), ou plutôt considérons, comme (nouveau) système, l'ensemble de tels systèmes élémentaires qui respecte la symétrie cylindrique.

Chaque section droite, en particulier la base inférieure, sera suffisamment petite pour que l'on puisse parler de point matériel. Suivant un diamètre de cette base inférieure (au contact de l'eau), de centre O , on obtient un ensemble de tels points matériels que l'on peut regrouper par 2 (comme P'_k et P''_k) symétriques l'un de l'autre par rapport à O . Ne se préoccupant que des forces verticales, on ne considérera que celles, exercées par l'eau, sur des surfaces horizontales, comme S'_k et S''_k .

En recourant à l'hydrostatique, on peut dire que chaque cylindre élémentaire, de base S_k , est soumis, en P_k , à une force verticale ascendante, de norme $p a_k$.

Pour 2 cylindres élémentaires symétriques par rapport à l'axe, on obtient 2 forces, F'_k et F''_k égales à (P'_k, \vec{f}'_k) et (P''_k, \vec{f}''_k) , que l'on ne sait additionner (quel point d'application ?) même si l'on connaît la somme $\vec{f}'_k + \vec{f}''_k$, verticale ascendante, de norme $p(a'_k + a''_k)$,

la pression étant uniforme sur la base inférieure. Des considérations de moment et de symétrie conduisent à situer ce point sur l'axe du cylindre ; rien n'impose O mais rien ne l'interdit non plus : sans autre contrainte, ce choix peut se révéler raisonnable.

En regroupant ainsi les contributions de tous les cylindres élémentaires, on aboutit à une force verticale ascendante de norme pa (a : aire de la base inférieure).

Son point d'application est lié à l'axe du cylindre et n'a rien à voir avec le centre du liquide déplacé ; en l'absence (momentanée ?) d'autres renseignements, nous pouvons le choisir, sans conséquence facheuse, en O .

Toutes ces considérations ne s'appliquent, bien sûr, que pour la configuration donnée du cylindre dans l'eau ; si l'on faisait flotter le cylindre avec l'axe horizontal, aucune raison n'imposerait que ce point d'application se trouve sur l'axe.

En accord avec le fait que, considéré globalement ou comme ensemble de cylindres élémentaires, le cylindre est soumis à la même force, nous pouvons envisager d'aboutir simplement à la force

d'Archimède, à condition de tenir compte de la force exercée par l'air sur la base supérieure du cylindre ; si p_0 désigne la pression atmosphérique, supposée uniforme sur la partie émergée du cylindre, cette force est verticale descendante, de norme $p_0 a$ et point d'application raisonnablement choisi au centre de la base supérieure.

La somme de ces 2 vecteurs forces est verticale ascendante, de

$$\text{norme } (p - p_0)a \text{ égale à } h \rho_e \left\| \vec{g} \right\| a$$

c'est à dire au poids d'eau déplacée. Le point d'application de cette force exercée par l'eau et l'air n'est pas mieux déterminé sur l'axe que les 2 points d'application des 2 forces précédemment envisagées, exercées l'une par l'eau et l'autre par l'air.

Le recours à un niveau plus fin permet de retrouver la force d'Archimède, au point d'application près auquel doit être attribuée, dans ce type de situation (équilibre et mouvement de translation relativement au référentiel terrestre galiléen), une indétermination "foncière" (comme en mécanique quantique !) que l'on ne peut envisager de lever que dans d'autres types de situation (mouvements de rotation ?).

Tout au plus peut-on suggérer que la notion de pression apparaît plus fondamentale que celle de poussée d'Archimède pour laquelle il se révèle parfois malaisé de délimiter le liquide déplacé ("déplacé" lui-même étant ambigu : voir Auvergne-Sciences n° 11-12, supplément pédagogique n° 3 p.12).

Que rajouter sur ce point d'application ?...Fluctuat nec mergitur !

Questions - Réponses

QUESTIONS

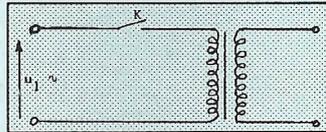
N° 42 - Mise sous tension d'un transformateur

Lors d'une séance "d'essais et mesures" visant à l'étude des transformateurs "à vide" (secondaire ouvert), Marinette a fermé l'interrupteur K, appliquant ainsi la tension nominale au primaire du transformateur. Aucun incident ne venant ponctuer cette manoeuvre, Delphine, du groupe voisin, enhardi par ce succès, procède de même sur son propre appareil... et fait disjoncter l'alimentation générale.

Soupçonnée d'être à l'origine d'un court-circuit, Delphine est vertement réprimandée... ce qui provoque en elle une juste révolte ! Son montage était pourtant le même que celui de Marinette... Affaire de malchance pense-t-elle, pour se reconforter...

La suivrez-vous dans sa conclusion ?
Que s'est-il donc passé ?

G. Ferrachat.



N° 43 - Statique et Géométrie

Certains résultats de géométrie peuvent-ils être atteints par une "méthode mécanique" ? Soit à retrouver la valeur du volume d'une sphère ($V = \frac{4}{3} \pi R^3$).

Dans la figure ci-dessous on observe un demi-cercle de diamètre AB dans lequel s'inscrit un triangle rectangle AP_1B (P_1 est quelconque sur le demi cercle) ; on a tracé le carré ABCD (de côté $2R$) dont la diagonale AC coupe la hauteur P_1H en P_2 (le prolongement de cette hauteur coupe DC en P_3). On prolongera enfin le diamètre vers la gauche de telle façon que $AF = AB$

Le triangle AP_1B étant rectangle, on a

$$\frac{AB}{AH} = \frac{AB}{AP_1} \cdot \frac{AP_1}{AH} = \frac{AB}{AP_1} \cdot \frac{AB}{AP_1} = \frac{(AB)^2}{(AP_1)^2} = \frac{AB^2}{(HP_1)^2 + (HA)^2} = \frac{HP_3^2}{(HP_1)^2 + (HP_2)^2}$$

Si l'on désigne par C_1 C_2 C_3 les disques de rayons HP_1 HP_2 et HP_3 engendrés par la rotation de la figure autour de l'axe FAB, on aura (en appelant C_1 C_2 C_3 les aires de ces disques)

$$\frac{AB}{AH} = \frac{C_3}{C_1 + C_2} = \frac{AF}{AH}$$

$$\text{Soit } (C_1 + C_2) AF = (C_3) AH.$$

Les deux disques C_1 et C_2 de centre supposé en F "équilibrent" donc (loi des leviers) le disque C_3 de centre H.

Si l'on déplace P_1 de A jusqu'en B sur le demi-cercle, les disques C_1 C_2 C_3 engendrent respectivement une sphère (Sp), un cône (C_0), un cylindre (Cy).

L'équation d'équilibre du levier montre alors que la sphère et le cône supposés rassemblés en F équilibrent le cylindre, rassemblé en son centre de gravité O.

$$\text{Soit } (Sp + Co) AF = Cy \cdot AO$$

$$\text{ou encore } 2 (Sp + Co) = Cy$$

$$Sp = \frac{Cy}{2} - Co$$

$$\text{avec } Cy = \pi (2R)^2 2R = 8 \pi R^3$$

$$Co = \frac{1}{3} \pi (2R^2) 2R = \frac{8}{3} \pi R^3$$

$$\text{D'où } Sp = 4 \pi R^3 - \frac{8}{3} \pi R^3 = \frac{4}{3} \pi R^3 !$$

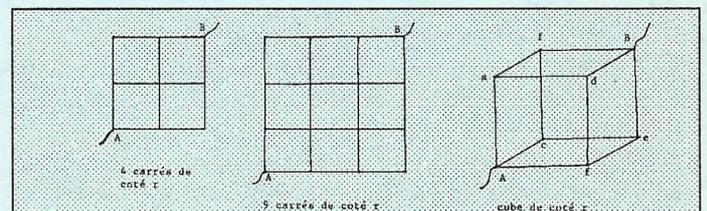
Cette remarquable démonstration dans laquelle la mécanique vient au secours de la géométrie, est-elle due à l'imagination débridée de monsieur :

STEVIN ? ARCHIMEDE ? GALILÉE ? G. HATAB ? G. FERRACHAT ?

N° 44 - Réseaux

Il est souvent désagréable d'avoir à calculer la résistance équivalente d'un réseau lorsque celui-ci est un peu complexe.

Pourrait-on cependant calculer simplement R_{AB} dans les cas suivants

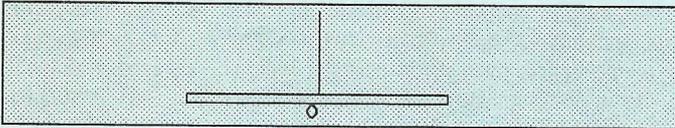


G. Ferrachat.

Questions - Réponses

Question N° 38

On sait que l'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe n'est pas déterminé par les seules forces appliquées mais aussi par leurs distances à l'axe ("bras de leviers"). Sauriez-vous, par une expérience de pensée appliquée à une tige homogène suspendue en son milieu et à l'équilibre horizontal, montrer que c'est nécessairement le produit des forces par leurs "bras de levier" qui intervient dans l'équilibre.



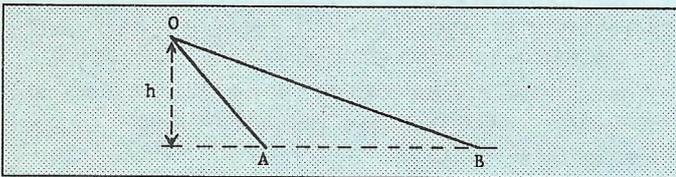
Réponse :

Divisons, par la pensée, la tige de longueur $2a$, en deux morceaux inégaux, de longueur $a + b$ et $a - b$ (b est quelconque). Le poids de la partie gauche est proportionnel à $(a + b)$ et s'applique à la distance $(a - b)/2$ de O . Celui de la partie droite est proportionnel à $(a - b)$ et s'applique à la distance $(a + b)/2$ de O . On voit donc que les produits des poids par les bras de levier sont égaux. La grandeur pertinente pour l'étude de l'équilibre est bien le moment des forces.

G. Ferrachat.

Question N° 39

En quoi serait-il "scandaleux" qu'une masse tombant de la même hauteur h le long de plans inclinés sans frottement, OA et OB d'inclinaisons différentes, se trouve animée, en A et B , de vitesses elles-mêmes différentes ?



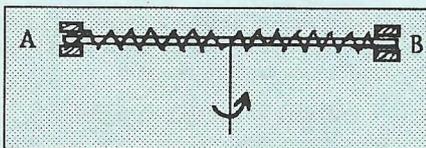
Réponse :

En commençant par faire glisser la masse sur le plan qui lui donne la plus grande vitesse, il suffirait de la faire passer sur l'autre plan pour qu'elle remonte plus haut que son point de départ. Rien n'empêcherait de recommencer indéfiniment la même opération de sorte que, sous la seule action de son poids, un corps pourrait monter aussi haut qu'on le souhaiterait !

G. Ferrachat.

Question N° 40

Le dispositif ci-contre (tige fixée sur un axe vertical et sur laquelle peuvent coulisser deux masses reliées à l'axe par deux ressorts) est utilisé pour montrer l'existence des "forces centrifuges" (les masses s'écartent lorsque le système est mis en rotation).



Or, lorsqu'on coupe le moteur, les masses se rapprochent de l'axe et la vitesse angulaire augmente. Que répondre à un élève qui s'étonnerait de cette augmentation ?

Réponse :

Déconnecté du moteur, l'ensemble du système tournant n'est plus soumis à aucun couple. Le moment cinétique $J\omega$ de l'ensemble est donc constant et comme J décroît (les masses se rapprochent), ω croît. Si l'on considère la tige AB seule, son moment d'inertie J' étant

constant, le produit $J'\omega$ croît. Il existe donc un couple de forces extérieures qui agit sur la tige : ce sont les forces de Coriolis exercées par les deux masses qui tournent tout en glissant le long de la tige. Le plus simple est certainement de faire observer que ces masses, animées de vitesses linéaires importantes ont tendance, en s'approchant de l'axe, à communiquer ces vitesses à des points de la tige plus lents provoquant ainsi l'augmentation de la vitesse angulaire de la tige AB .

G. Ferrachat.

Question N° 41

Dans un récipient immobile relativement au référentiel terrestre, on considère un liquide, de masse volumique ρ_L , et un fluide, de masse volumique ρ_f , non miscibles, de surface libre horizontale. On y plonge complètement un cylindre d'axe vertical en sorte que les longueurs des parties immergées dans le liquide et dans le fluide soient respectivement l_L et l_f .

La poussée d'Archimède fait à priori intervenir les poids du liquide et fluide "déplacés", P_L et P_f .

Or, à partir de considérations de pression (statique), on constate que la base supérieure est soumise à une force verticale descendante tandis que la base inférieure est (bien) soumise à une force verticale ascendante.

La poussée d'Archimède exercée par le liquide et le fluide est-elle égale à la somme $P_L + P_f$ ou à la différence $P_L - P_f$?

Réponse :

Supposons, dans les conditions de l'expérience, le liquide et le fluide incompressibles en sorte que la densité (dérivée) volumique de masse soit uniforme dans chacun. Nous adopterons le point de vue des cylindres élémentaires.

Soit p_0 la pression en tout point de la surface libre, considérée autant comme surface de séparation que comme limite commune au liquide et au fluide.

La statique des fluides permet d'écrire :

$$p_L = p_0 + \rho_L g l_L \quad \text{et} \quad p_f = p_0 - \rho_f g l_f$$

Les forces s'exerçant sur les bases, inférieure et supérieure, du cylindre ont pour normes respectives :

$$F_L = (p_0 + \rho_L g l_L) a \quad \text{et} \quad F_f = (p_0 - \rho_f g l_f) a$$

Elles ne coïncident aucunement avec les poussées d'Archimède exercées par le liquide et par le fluide. En revanche,

$$F_L - F_f = a (\rho_L g l_L + \rho_f g l_f) = (m_L + m_f) g$$

La poussée d'Archimède exercée par le liquide et le fluide est égale à la somme des poussées d'Archimède exercées l'une par le liquide, l'autre par le fluide (bien qu'on ait recours à la différence des "forces pressantes" !).

On ne peut relier la poussée d'Archimède exercée par le liquide ou par le fluide aux "forces pressantes" qu'à condition de tenir compte des "forces pressantes" opposées s'exerçant sur le prolongement de la surface libre à travers le cylindre en 2 parties.

$$F_L - F_{L0} = (\rho_L - \rho_0) a = m_L g \quad F_{f0} - F_f = (\rho_0 - \rho_f) a = m_f g$$

G. Hatab.

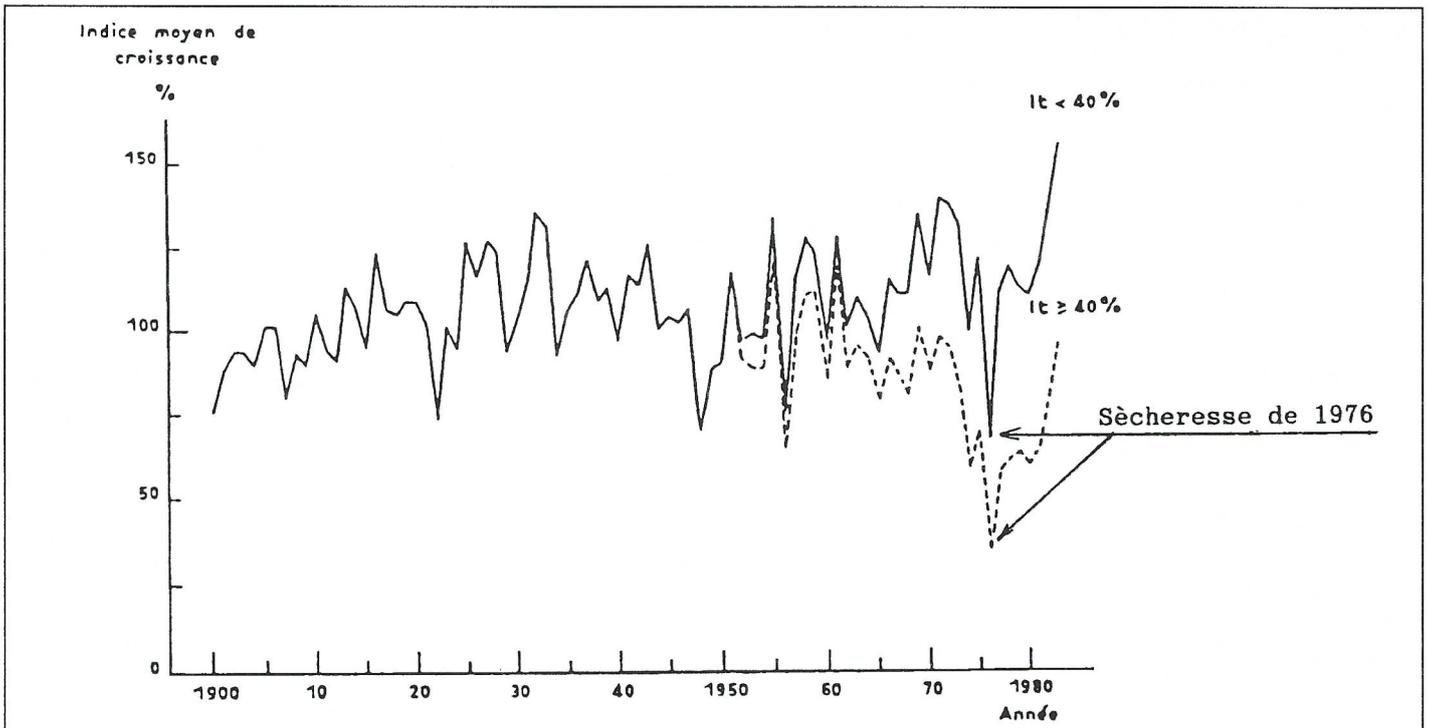


Fig. 5 : Evolution de la largeur annuelle corrigée des cernes du sapin dans les Vosges. It : indice de transparence - déficit d'aiguilles (d'après BECKER, 1987).

Les dommages les plus notables se constatent en moyenne montagne sur sols acides, mais certains paraissent réversibles.

Des études sur la croissance ont été effectuées par dendrochronologie : on prélève une carotte perpendiculaire à l'axe de l'arbre et on mesure l'épaisseur des cernes de croissance annuelle, que l'on peut dater. Les conclusions sont étonnantes : dans le cas du sapin dans les Vosges et le Jura, et de l'épicéa dans les Vosges, on a observé une vitesse de croissance ces dernières années très supérieure à celle du début du siècle, du moins pour les arbres sains (voir figure 5).

Finalement, dans le cas des Vosges, les experts DEFORPA ont classé en 3 catégories les facteurs qui peuvent expliquer le déperissement.

1° Facteurs "prédisposants"

Faible teneur des sols en cations et faibles réserves de minéraux facilement altérables. En effet les arbres doivent trouver dans le sol suffisamment de magnésium, de calcium, de potassium et autres minéraux pour assurer leur croissance. Dans les Pyrénées et les Alpes, le jaunissement est associé à des carences de potassium et de manganèse. Dans le cas du sapin, on a une nette corrélation entre la défoliation et le dé-

ficit en magnésium. Un autre facteur prédisposant est la trop grande densité de certains peuplements.

2° Facteurs "déclenchants", principalement climatiques :

Séries d'années sèches, ou encore années de fortes pluies printanières suivies de sécheresse (c'est du moins une hypothèse), qui expliqueraient le jaunissement.

Tout le monde pense à la sécheresse de 1976, qui a été une dure épreuve pour les forêts. Il y a aussi 1921, 1947-1949, 1983.

Par contre des modèles climatologiques basés sur les températures et les précipitations mensuelles expliquent 80 % de l'augmentation des vitesses de croissance entre 1880 et 1940, époque d'augmentation considérable de la productivité forestière. Certains experts font intervenir un effet de l'accroissement du CO₂ atmosphérique, d'autres pensent que les retombées azotées, si elles ne sont pas excessives, et donc ne créent pas un déséquilibre avec les autres nutriments, jouent un rôle fertilisant.

3° Facteurs "aggravants" ;

- dépôts acides ou acidifiants, et plus particulièrement dépôts azotés excessifs ;
- polluants gazeux, ozone surtout ;
- éventuellement facteurs biotiques.

Les retombées continues de polluants acides depuis des décennies (2 kg équivalent de protons par hectare et par an dans les Vosges) sur des sols initialement très pauvres ont provoqué des pertes massives de magnésium, de calcium, de potassium entraînés dans le sous-sol.

La mobilisation d'ions aluminium qui peut accompagner une forte acidification se révèle toxique pour les végétaux.

Les dépôts azotés, à des niveaux semblables à ceux où on observe des jaunissements dans les Ardennes et les Vosges, aggravent le problème nutritionnel. Il s'agit des 20 à 50 kg par hectare et par an dans les Vosges et les Ardennes. L'azote peut être sous forme ammoniacale et être absorbé par les feuilles, ou être transformé en nitrate dans le sol, d'où une acidification.

En fait, le danger semble provenir d'un déséquilibre entre, d'une part l'azote, d'autre part les métaux (Ca, K, Mg), déséquilibre qui se traduit par un jaunissement. Mais on ne sait pas encore tout sur ces très complexes phénomènes.

L'ozone atteint un niveau moyen annuel de 65 microgrammes par mètre cube dans les Vosges, et même 100 µg/m³ pendant la belle saison. A ces niveaux, il peut provoquer des désordres physiologiques et même

des effets visibles, mais aucune conclusion nette ne se dégage des nombreux travaux en France et à l'étranger.

Le dioxyde de soufre dans l'atmosphère est toujours à des niveaux très bas dans les Vosges (5 à 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mais avec des pointes journalières de 200 à 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en hiver par vent d'est.

Il est peu probable que SO_2 ait une responsabilité directe dans le dépérissement, du moins dans les Vosges. Par contre les ravages spectaculaires observés dans les pays de l'Est, notamment dans les Monts des Géants et les Monts Métallifères en Tchécoslovaquie, ont leur origine dans la pollution "de proximité" que génèrent les énormes émissions des industries de Bohême et de l'ex-RDA. L'effet est en quelque sorte direct, sans qu'interviennent de façon notable les transformations chimiques liées aux transports à distance des polluants.

7 — Dépérissements forestiers : ce n'est pas nouveau !

Il y a quelques années, la société allemande BAYER a publié un document sur l'état des forêts allemandes depuis plus d'un siècle.

Selon ce document, la forêt naturelle post-glaciaire était composée d'environ 75 % d'arbres à feuilles caduques et de 25 % de conifères. Jusqu'au XVIII^e siècle, les besoins en bois toujours croissants amoindrirent la surface forestière. On pensa alors à planter des espèces à haute productivité, c'est-à-dire des conifères, qui représentent aujourd'hui 70 % des plantations et bientôt 80 %.

Or les conifères sont plus sensibles que les feuillus aux insectes, aux maladies cryptogamiques, et à divers microorganismes. Sur des sols auparavant plantés de feuillus, on a vite constaté des ralentissements de la croissance, expliqués comme suit : les sols sous les feuillus sont très meubles, parce que les racines vont loin en profondeur. Par contre les racines de l'épicéa sont peu profondes et le sol sous la couche de racines devient vite compact. Une conséquence en est que l'arbre devient sensible à la sécheresse. De plus, il se forme un tapis d'aiguilles non décomposées, ce qui retarde le retour à l'arbre des éléments nutritifs. Enfin il se produit une acidification du sol qui favorise le lessivage des éléments fertilisants du sol. On a pu dire que l'épicéa détériore

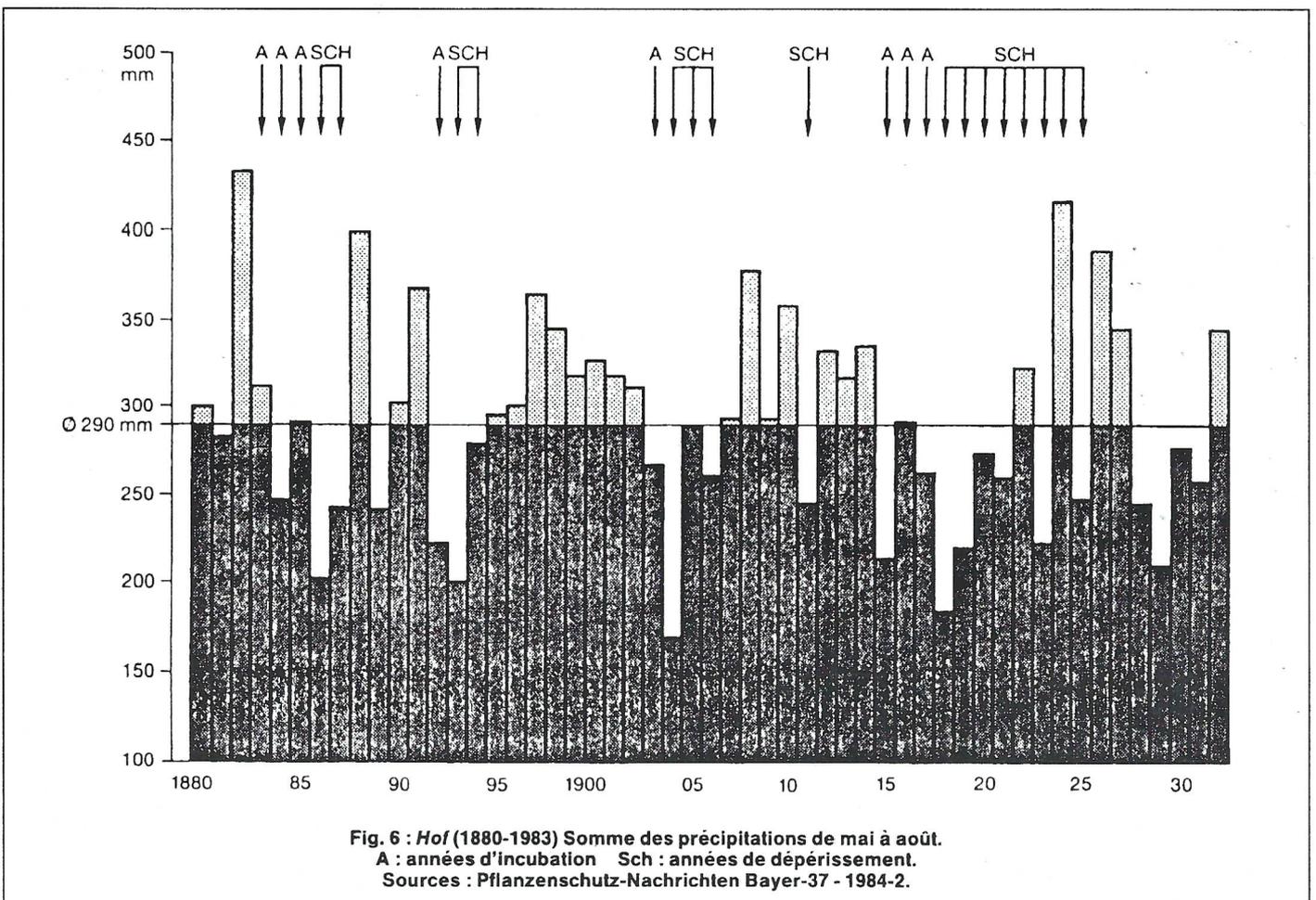
lui-même le sol où il est planté.

Le sapin, de son côté, n'a pas eu un destin heureux en Allemagne. Il est prouvé que les périodes de sécheresse depuis deux siècles ont contribué à son déclin. De tout temps, on a même craint une disparition de cette espèce exigeante.

Quant à l'épicéa, les superficies où cet arbre peut être planté sans inconvénient sont aujourd'hui largement dépassées.

Selon le rapport BAYER, l'analyse bibliographique de CRAMER (1984) signale des dépérissements forestiers plus ou moins périodiques depuis deux siècles de l'épicéa et du sapin. On dispose de données météorologiques en zone forestière depuis 1851, essentiellement températures et pluviométrie, ce qui a permis d'intéressants rapprochements.

Ainsi on constate en Forêt-Noire, Rhin Supérieur, (Station de Freudenstadt), Nord de la Bavière, Saxe-Thuringe (Station de Hof), que des séries d'années sèches de mai à août ont été suivies de dépérissements de sapins. Le graphique joint (figure 6) donne les précipitations cumulées de mai à août. On distingue les années A "périodes



d'incubation "suivies par les années SCH "dépérissement".

Dans les Alpes et les Préalpes, les précipitations ont lieu surtout pendant la période de végétation. Aussi n'y a-t-on jamais constaté de périodes de dépérissement dans le passé, et il a fallu attendre 1980 pour observer des dégâts dans ces régions.

Il est vrai qu'on a, au Nouvel An 1978-1979, observé une chute extrême des températures : un des "gels du siècle". En 1980, on a connu l'un des deux cycles végétatifs les plus secs depuis que l'on fait des observations, soit 97 ans. En avril 1981, un très fort gel tardif s'est produit, après un début de saison particulièrement chaud. En 1982 et 1983, le temps a été exceptionnellement sec et chaud pendant la période de végétation. Ces faits, si on en croit le rapport BAYER, appuient l'hypothèse que les facteurs climatiques sont essentiels dans le dépérissement des forêts (*).

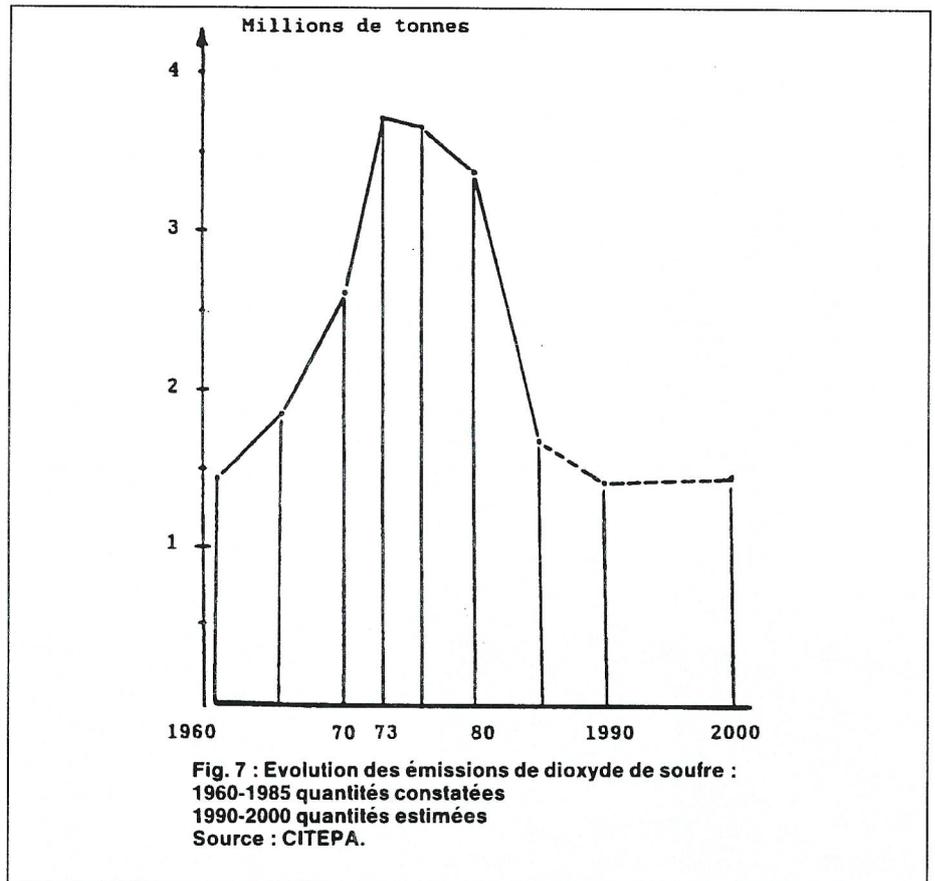
Bien qu'on n'ait aucune évaluation quantitative du dépérissement au cours des périodes signalées par l'ouvrage BAYER, on a toutes raisons de penser que les dépérissements récents ont été nettement plus sévères. La pollution atmosphérique peut aisément expliquer la différence :

1° Le développement économique a entraîné des consommations toujours croissantes de charbons et de fuels lourds depuis un siècle et plus et les émissions acidifiantes ont suivi.

Le diagramme (figure 7) établi par le CITEPA illustre pour la France la formidable montée des émissions de dioxyde de soufre, suivie par un effondrement dû surtout à l'avènement massif de l'énergie nucléaire après 1980. D'autres pays ont connu pendant les "30 glorieuses" de semblables montées des émissions acides. Après 1974, les pays de l'Est ont dû, en partie, renoncer aux livraisons de pétrole soviétique, jugé trop coûteux, et se sont mis à consommer de façon massive leurs réserves de charbon et surtout de lignites plus ou moins soufrés.

Et bien sûr, parallèlement aux émissions soufrées, les émissions d'oxydes d'azote ont monté, et aussi celles d'ammoniac liées surtout à la production agricole "industrialisée" et l'on sait que l'ammoniac acidifie les sols.

(*) Au cours d'un colloque APPA à Nancy, il y a quelques années, un forestier belge a montré la photographie d'une plantation d'épicéas complètement jaunes. Explication selon le conférencier : des gelées dans les Ardennes au mois de juillet.



2° Depuis quelques décennies, les teneurs moyennes de l'air en ozone ont doublé, tout comme les teneurs de pointe.

8 — De quoi demain sera-t-il fait ?

On peut lire, sous la plume de Guy LANDMANN (bilan de 5 années de recherches DEFORPA) "Si le dépérissement n'est pas à l'évidence l'holocauste écologique annoncé par les plus pessimistes, un pronostic pour l'avenir des forêts à moyen et long terme reste très difficile à établir".

A vrai dire, les motifs d'inquiétude ne manquent pas, citons-les :

1° La sécheresse des années 1989 et 1990 a été sévère dans de nombreuses régions. En verrons-nous dans quelques années les conséquences ?

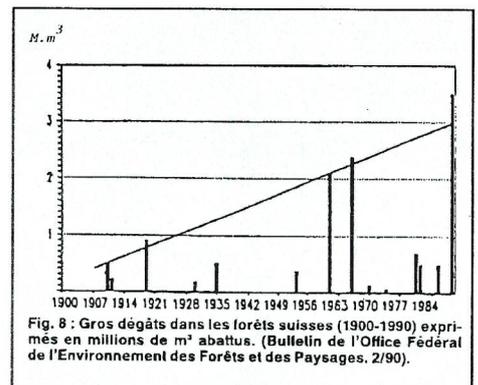
2° On peut espérer dans les années qui viennent une baisse des émissions soufrées en Europe, même dans les pays de l'Est Européen. Par contre, on ne peut espérer avant de nombreuses années une baisse des oxydants photochimiques, en particulier ceux dont l'origine se situe dans la pollution automobile.

3° Le changement climatique attendu à la

suite de l'accroissement des gaz à effet de serre reste à la fois mystérieux quant à ses effets et très inquiétant :

a) Directionnellement, l'accroissement de la teneur de l'air en CO₂ favorisera la croissance de nombreux végétaux, et même leur permettra de mieux résister aux sécheresses.

b) Le changement climatique modifiera la pluviométrie dans de nombreuses régions, sans qu'il soit possible, pour le moment, de savoir lesquelles. Il semblerait toutefois, d'après les modèles climatologiques, que les moyennes latitudes seront plus sèches.



c) Les spécialistes des modèles pensent que l'accroissement de l'effet de serre multipliera les extrêmes climatiques : chaleur, coups de froid, sécheresses et surtout tempêtes.

L'Office Fédéral Suisse de l'Environnement publie le graphique (figure 8) ci-avant qui exprime en millions de mètres cubes abattus les dégâts dans les forêts suisses dus aux tempêtes depuis 1900. L'auteur de l'article n'hésite pas à y voir la manifestation d'un effet climatique déjà visible (opinion sans doute excessive).

d) Selon les experts, le phénomène le plus redoutable serait, non le réchauffement lui-même, mais sa vitesse.

Ainsi, pendant les périodes de refroidissement et surtout de réchauffement de la dernière époque glaciaire, (depuis 18.000 ans) le réchauffement n'a pas dépassé 0,01 à 0,02 degré C par décennie. Or nous risquons de connaître des variations de 20 à 40 fois plus rapides. Certains forestiers commencent à s'interroger sur le choix des espèces dans les nouveaux boisements, puisqu'une plantation d'arbres, c'est pour 50, 100 ans et même plus !

Question bien difficile !

Les nombreuses études entreprises à propos du dépérissement des forêts n'ont sans doute pas apporté toutes les réponses qu'on espérait, car il s'agit d'un ensemble de

problèmes extrêmement complexes. Un auteur a même cité la phrase d'Einstein "La chose la plus incompréhensible du monde est que le monde soit compréhensible" en ajoutant malicieusement : aurait-il dit cela s'il avait eu à comprendre les raisons du dépérissement des forêts !

Mais soyons optimistes : un résultat tout à fait positif est que les études ont permis de bien mieux connaître la physiologie de l'arbre et l'influence des facteurs climatiques, physiques, biotiques, édaphiques où il vit. Nul doute que ces connaissances seront utiles quand il s'agira de lutter contre les causes de dépérissement qui pourraient résulter du changement climatique à venir.

LES OLYMPIADES DE PHYSIQUE

La finale interrégionale des olympiades de la physique s'est tenue à Lyon le 27 janvier dernier où étaient présentés les projets des académies de Lyon, Grenoble et Clermont-Ferrand. Notre Académie a obtenu des résultats honorables en occupant les 3^e, 4^e et 5^e places.

L'équipe classée 3^e participera à la finale nationale qui se tiendra à Paris en mai prochain. Cette équipe formée de Marc Bouron, Benoit Nevouet, Alban Redheuil, Philippe de la Cruz, Armand Pedenon et Benoit Robinet, tous élèves de terminale au Lycée Blaise Pascal de Clermont Fd, a travaillé sous la conduite de leur professeur de sciences physiques, Mme Camard et du professeur J.P. Alard, du laboratoire de Physique Corpusculai-

re de l'Université Blaise Pascal. Les lycéens ont utilisé le générateur de neutrons de ce laboratoire et étudié les propriétés absorbantes de divers matériaux pour ce type de particules.

On ne peut que se réjouir de constater cette participation des chercheurs à des actions d'enseignement dans les lycées. En ce qui le concerne, le Pr Montret, Directeur du Laboratoire de Physique Corpusculaire, encourage cette orientation et assure que l'expérience sera renouvelée.

Rappelons que les Olympiades de physique sont organisées par la Société Française de Physique et l'Union des Physiciens.



APPAREILS DE MESURES ÉLECTRONIQUES

P.B. MESURES

RÉPARATIONS - MAINTENANCE ÉTALONNAGE

Toutes marques

- ▶ CONTRÔLEURS - MULTIMÈTRES
- ▶ OSCILLOSCOPES
- ▶ ENREGISTREURS
- ▶ GÉNÉRATEURS BF
- ▶ ALIMENTATIONS
- ▶ APPAREILS DE LABORATOIRES

Distributeur A.O.I.P. Mesures

699, avenue de l'Europe, 63110 Beaumont - Tél. 73 27 61 31
S.A.V. agréé : AOIP Mesures - AVANTEC/BIOBLOCK SCIENTIFIC

P.S.M. COMPOSANTS

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

**22, rue St Adjutor
63000 CLERMONT-FERRAND**

Tél : 73 31 13 76

Fax : 73 31 09 34

APPROCHE SOCIOLOGIQUE DE LA CULTURE SCIENTIFIQUE EN MILIEU EDUCATIF

par **Roland FUSTIER,**

Professeur de Sciences Physiques au lycée de Riom.

UNE RELATION AMOUR-HAINE

Nos rapports avec les sciences sont pleins de contradictions ; on pousse les élèves à entrer en 1^{ère} S (puis Terminale C) où l'enseignement scientifique est dominant, tout en regrettant de le faire, puisqu'on contribue ainsi à perpétuer l'impérialisme élitiste de ces classes, du fait qu'elles ouvrent largement (en principe) les portes de l'emploi. Parents et enseignants participent à une telle orientation et la justifient ensemble. Le Français et l'Anglais (ou l'Allemand) qui participent essentiellement à l'orientation au collège ne conduisent pas aux mêmes critiques que les disciplines scientifiques au lycée. Pourquoi ? Il se peut que l'élève de 1^{ère} S réussisse mieux parce qu'il est bien intégré ou adapté au système scolaire. Pourtant, il est probable que tout élève sachant s'exprimer, ayant quelques qualités d'observateur, un peu de jugeote, puisse suivre une expérience ou une démonstration, et cela jusqu'au niveau de seconde, s'il en a la volonté, bien entendu.

On reproche dans le même temps aux enseignants scientifiques de manquer de talent et de séduction (surtout les "matheux"). Mais enseigner des matières non subjectives, faisant très peu appel à des appréciations ou des goûts personnels ne permet pas de jouer sur l'affectif. L'élève doit a priori accepter des propositions et des vérités qu'il ne peut contester, même s'il essaie de les discuter, car elles sont indispensables à l'apprentissage de la discipline. Par vocation elles développent davantage rigueur que sensibilité, même si l'esthétique en physique et l'imaginaire en mathématique apparaissent parfois.

COMMENT EN EST-ON ARRIVÉ LÀ ?

Depuis Galilée la jeunesse "dorée" s'est attachée aux mathématiques puis à la mécanique après que Newton eut confirmé que le monde pouvait être décrit par des lois. Face aux doctrines religieuses, l'émancipation par les sciences est encouragée par Diderot et son encyclopédie. Le second Empire, puis la III^{ème} République, imposèrent l'enseignement des mathématiques et surtout des sciences expérimentales. Dans les années 60 le latin a perdu son rôle sélectif pour la majeure partie des élèves nés dans l'immédiate après-guerre. Le relais a été pris par les mathématiques et depuis 5 à 6 ans par les sciences physiques. Curieusement, bien qu'elles se révèlent au cœur des sociétés développées le nerf de leur fonctionnement, c'est alors que ces matières sont entrées dans une semi-clandestinité culturelle. On constate aussi que, plus une branche de la connaissance évolue vers l'abstraction, plus elle devient discrète aux non initiés et ignorée de la population, sans pour autant être gênée dans son développement et son emprise. Nous n'avons pas la conscience culturelle de l'organisation sociale et économique dans laquelle nous vivons (pense-t-on pouvoir se passer d'électricité, de téléphone, de raffineries, de réseaux informatiques ?...)

FORMER UN ÊTRE SOCIAL OU UNE PURE INDIVIDUALITÉ ?

Depuis longtemps on élude la question en poursuivant inlassablement le débat sur l'enseignement utilitariste opposé au bien fondé d'une formation générale. Or le blocage se trouve plutôt dans l'attitude de consumma-

teurs suicidaires que développent les élèves, les parents, les enseignants, les conseillers d'orientation. Chacun interprète les situations du monde social en individualisme (ma culture, mes intérêts, mes projets, mes sciences, ce n'est pas mon truc, je laisse cela à d'autres, je ne comprends rien... Et l'on ajoute parfois même que cela n'a aucun intérêt...). Pourtant l'adolescent qui se détourne des sciences à l'école leur doit une part croissante du bien-vivre ! (le disque-compact, le walk-man (baladeur), c'est de l'électronique, de l'électromagnétisme, de l'optique, et même des mathématiques). Les travailleurs scientifiques s'affaiblissent et l'on ignore superbement que c'est d'abord à eux que l'on doit, avant que les chaînes de production ne s'emparent de leurs recherches ou brevets, de vivre mieux et plus longtemps. Si d'aventure on les rencontre, c'est avec une certaine méfiance qu'on s'adresse à eux, tant ils inspirent une sorte d'horreur sacrée ! Ce divorce entre la culture scientifique et notre société, qui, d'une manière générale, a appris à beaucoup recevoir et à peu donner, est l'un des drames de notre temps. Un déficit dans les prochaines décennies en ingénieurs et techniciens serait catastrophique pour tous. Accorder de l'intérêt aux scientifiques peut les encourager, comme les athlètes dans un stade, et déclencher, sinon des vocations parmi les élèves, au moins un respect nouveau. Il est irresponsable, de refuser une partie du savoir enseigné au lycée, et c'est pourquoi, heureusement, un enseignement littéraire est imposé aux élèves scientifiques. Personne n'affirme qu'apprendre l'anglais est une fin en soi, que l'on suit des enseignements d'arts plastiques seulement pour devenir peintre ou sculpteur, que l'on travaille en français pour devenir écrivain, journaliste ou enseignant. Alors pourquoi refuser une formation par les mathématiques, la physique, la chimie, à côté d'une formation littéraire et artistique ? L'école tant accusée est le reflet de notre société. Sa mission doit plus que jamais s'attacher à instruire et former un être social solide, ouvert aux autres et qui ne sera pas la première victime de son individualité forcenée.

LES CARTONS RÉVÉLATEURS

Au cours des séances "Petits Débrouillards" 1992, l'utilisation des "Cartons Révélateurs" a connu beaucoup de succès.

Dans un premier temps, on prépare 7 cartes, numérotées de I à VII, selon le modèle ci-joint (découper chaque carte et la coller sur un rectangle de papier à dessin, un peu épais et en couleur... pour soigner la présentation).

Ensuite l'opérateur demande à quelqu'un "Pensez un nombre entre 0 et 100 ; pensez le fortement, sans le dire ; je vais le deviner".

Alors les cartes sont présentées successivement l'une après l'autre, de I à VII en demandant chaque fois au quidam :

"Ce nombre est-il sur cette carte ?"

- si la réponse est "oui", l'opérateur place les cartes sur la table, à droite par exemple, faisant un tas A.

- si la réponse est "non", les cartes sont mises sur un autre tas B.

Après avoir terminé l'interrogation pour les 7 cartes, l'opérateur prend les cartes du tas A, entre en méditation et fait **mentalement sans le dire** la somme de chaque premier chiffre des cartes A.

Alors il déclare d'un air assuré "votre nombre est ..." Etonnement et admiration du public pour cette divination.

Essayons sur un exemple : si le nombre pensé est 57, il se trouve sur les cartes I, IV, V et VI (et pas sur les autres) l'opérateur compte mentalement $1 + 8 + 16 + 32 = 57$. Facile !

Un autre exemple : si le nombre est 75, il se trouve sur les cartes I, II, IV et VII donc, mentalement, $1 + 2 + 8 + 64 = 75$.

Vous pouvez ainsi intriguer vos amis mais ne divulguez pas, tout de suite, le secret.

Quant à la réalisation de ces cartes magiques, je vous dirai dans le prochain numéro — si vous ne l'avez pas encore deviné — à quelle règle mathématique obéit la suite des nombres dans chaque carte !

S. Gély.

I	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>27</td><td>53</td><td>79</td></tr> <tr><td>3</td><td>29</td><td>55</td><td>81</td></tr> <tr><td>5</td><td>31</td><td>57</td><td>83</td></tr> <tr><td>7</td><td>33</td><td>59</td><td>85</td></tr> <tr><td>9</td><td>35</td><td>61</td><td>87</td></tr> <tr><td>11</td><td>37</td><td>63</td><td>89</td></tr> <tr><td>13</td><td>39</td><td>65</td><td>91</td></tr> <tr><td>15</td><td>41</td><td>67</td><td>93</td></tr> <tr><td>17</td><td>43</td><td>69</td><td>95</td></tr> <tr><td>19</td><td>45</td><td>71</td><td>97</td></tr> <tr><td>21</td><td>47</td><td>73</td><td>99</td></tr> <tr><td>23</td><td>49</td><td>75</td><td></td></tr> <tr><td>25</td><td>51</td><td>77</td><td></td></tr> </table>	1	27	53	79	3	29	55	81	5	31	57	83	7	33	59	85	9	35	61	87	11	37	63	89	13	39	65	91	15	41	67	93	17	43	69	95	19	45	71	97	21	47	73	99	23	49	75		25	51	77	
1	27	53	79																																																		
3	29	55	81																																																		
5	31	57	83																																																		
7	33	59	85																																																		
9	35	61	87																																																		
11	37	63	89																																																		
13	39	65	91																																																		
15	41	67	93																																																		
17	43	69	95																																																		
19	45	71	97																																																		
21	47	73	99																																																		
23	49	75																																																			
25	51	77																																																			
II	<table border="1"> <tr><td>2</td><td>27</td><td>54</td><td>79</td></tr> <tr><td>3</td><td>30</td><td>55</td><td>82</td></tr> <tr><td>6</td><td>31</td><td>58</td><td>83</td></tr> <tr><td>7</td><td>34</td><td>59</td><td>86</td></tr> <tr><td>10</td><td>35</td><td>62</td><td>87</td></tr> <tr><td>11</td><td>38</td><td>63</td><td>90</td></tr> <tr><td>14</td><td>39</td><td>66</td><td>91</td></tr> <tr><td>15</td><td>42</td><td>67</td><td>94</td></tr> <tr><td>18</td><td>43</td><td>70</td><td>95</td></tr> <tr><td>19</td><td>46</td><td>71</td><td>98</td></tr> <tr><td>22</td><td>47</td><td>74</td><td>99</td></tr> <tr><td>23</td><td>50</td><td>75</td><td></td></tr> <tr><td>26</td><td>51</td><td>78</td><td></td></tr> </table>	2	27	54	79	3	30	55	82	6	31	58	83	7	34	59	86	10	35	62	87	11	38	63	90	14	39	66	91	15	42	67	94	18	43	70	95	19	46	71	98	22	47	74	99	23	50	75		26	51	78	
2	27	54	79																																																		
3	30	55	82																																																		
6	31	58	83																																																		
7	34	59	86																																																		
10	35	62	87																																																		
11	38	63	90																																																		
14	39	66	91																																																		
15	42	67	94																																																		
18	43	70	95																																																		
19	46	71	98																																																		
22	47	74	99																																																		
23	50	75																																																			
26	51	78																																																			
III	<table border="1"> <tr><td>4</td><td>29</td><td>53</td><td>77</td></tr> <tr><td>5</td><td>30</td><td>54</td><td>78</td></tr> <tr><td>6</td><td>31</td><td>55</td><td>79</td></tr> <tr><td>7</td><td>36</td><td>60</td><td>84</td></tr> <tr><td>12</td><td>37</td><td>61</td><td>85</td></tr> <tr><td>13</td><td>38</td><td>62</td><td>86</td></tr> <tr><td>14</td><td>39</td><td>63</td><td>87</td></tr> <tr><td>15</td><td>44</td><td>68</td><td>92</td></tr> <tr><td>20</td><td>45</td><td>69</td><td>93</td></tr> <tr><td>21</td><td>46</td><td>70</td><td>94</td></tr> <tr><td>22</td><td>47</td><td>71</td><td>95</td></tr> <tr><td>23</td><td>52</td><td>76</td><td>100</td></tr> <tr><td>28</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	4	29	53	77	5	30	54	78	6	31	55	79	7	36	60	84	12	37	61	85	13	38	62	86	14	39	63	87	15	44	68	92	20	45	69	93	21	46	70	94	22	47	71	95	23	52	76	100	28			
4	29	53	77																																																		
5	30	54	78																																																		
6	31	55	79																																																		
7	36	60	84																																																		
12	37	61	85																																																		
13	38	62	86																																																		
14	39	63	87																																																		
15	44	68	92																																																		
20	45	69	93																																																		
21	46	70	94																																																		
22	47	71	95																																																		
23	52	76	100																																																		
28																																																					
IV	<table border="1"> <tr><td>8</td><td>28</td><td>56</td><td>76</td></tr> <tr><td>9</td><td>29</td><td>57</td><td>77</td></tr> <tr><td>10</td><td>30</td><td>58</td><td>78</td></tr> <tr><td>11</td><td>31</td><td>59</td><td>79</td></tr> <tr><td>12</td><td>40</td><td>60</td><td>88</td></tr> <tr><td>13</td><td>41</td><td>61</td><td>89</td></tr> <tr><td>14</td><td>42</td><td>62</td><td>90</td></tr> <tr><td>15</td><td>43</td><td>63</td><td>91</td></tr> <tr><td>24</td><td>44</td><td>72</td><td>92</td></tr> <tr><td>25</td><td>45</td><td>73</td><td>93</td></tr> <tr><td>26</td><td>46</td><td>74</td><td>94</td></tr> <tr><td>27</td><td>47</td><td>75</td><td>95</td></tr> </table>	8	28	56	76	9	29	57	77	10	30	58	78	11	31	59	79	12	40	60	88	13	41	61	89	14	42	62	90	15	43	63	91	24	44	72	92	25	45	73	93	26	46	74	94	27	47	75	95				
8	28	56	76																																																		
9	29	57	77																																																		
10	30	58	78																																																		
11	31	59	79																																																		
12	40	60	88																																																		
13	41	61	89																																																		
14	42	62	90																																																		
15	43	63	91																																																		
24	44	72	92																																																		
25	45	73	93																																																		
26	46	74	94																																																		
27	47	75	95																																																		
V	<table border="1"> <tr><td>16</td><td>29</td><td>58</td><td>87</td></tr> <tr><td>17</td><td>30</td><td>59</td><td>88</td></tr> <tr><td>18</td><td>31</td><td>60</td><td>89</td></tr> <tr><td>19</td><td>48</td><td>61</td><td>90</td></tr> <tr><td>20</td><td>49</td><td>62</td><td>91</td></tr> <tr><td>21</td><td>50</td><td>63</td><td>92</td></tr> <tr><td>22</td><td>51</td><td>80</td><td>93</td></tr> <tr><td>23</td><td>52</td><td>81</td><td>94</td></tr> <tr><td>24</td><td>53</td><td>82</td><td>95</td></tr> <tr><td>25</td><td>54</td><td>83</td><td></td></tr> <tr><td>26</td><td>55</td><td>84</td><td></td></tr> <tr><td>27</td><td>56</td><td>85</td><td></td></tr> <tr><td>28</td><td>57</td><td>86</td><td></td></tr> </table>	16	29	58	87	17	30	59	88	18	31	60	89	19	48	61	90	20	49	62	91	21	50	63	92	22	51	80	93	23	52	81	94	24	53	82	95	25	54	83		26	55	84		27	56	85		28	57	86	
16	29	58	87																																																		
17	30	59	88																																																		
18	31	60	89																																																		
19	48	61	90																																																		
20	49	62	91																																																		
21	50	63	92																																																		
22	51	80	93																																																		
23	52	81	94																																																		
24	53	82	95																																																		
25	54	83																																																			
26	55	84																																																			
27	56	85																																																			
28	57	86																																																			
VI	<table border="1"> <tr><td>32</td><td>42</td><td>52</td><td>62</td></tr> <tr><td>33</td><td>43</td><td>53</td><td>63</td></tr> <tr><td>34</td><td>44</td><td>54</td><td>66</td></tr> <tr><td>35</td><td>45</td><td>55</td><td>67</td></tr> <tr><td>36</td><td>46</td><td>56</td><td>68</td></tr> <tr><td>37</td><td>47</td><td>57</td><td>69</td></tr> <tr><td>38</td><td>48</td><td>58</td><td>70</td></tr> <tr><td>39</td><td>49</td><td>59</td><td>71</td></tr> <tr><td>40</td><td>50</td><td>60</td><td>72</td></tr> <tr><td>41</td><td>51</td><td>61</td><td>73</td></tr> </table>	32	42	52	62	33	43	53	63	34	44	54	66	35	45	55	67	36	46	56	68	37	47	57	69	38	48	58	70	39	49	59	71	40	50	60	72	41	51	61	73												
32	42	52	62																																																		
33	43	53	63																																																		
34	44	54	66																																																		
35	45	55	67																																																		
36	46	56	68																																																		
37	47	57	69																																																		
38	48	58	70																																																		
39	49	59	71																																																		
40	50	60	72																																																		
41	51	61	73																																																		
VII	<table border="1"> <tr><td>64</td><td>74</td><td>84</td><td>94</td></tr> <tr><td>65</td><td>75</td><td>85</td><td>95</td></tr> <tr><td>66</td><td>76</td><td>86</td><td>96</td></tr> <tr><td>67</td><td>77</td><td>87</td><td>97</td></tr> <tr><td>68</td><td>78</td><td>88</td><td>98</td></tr> <tr><td>69</td><td>79</td><td>89</td><td>99</td></tr> <tr><td>70</td><td>80</td><td>90</td><td>100</td></tr> <tr><td>71</td><td>81</td><td>91</td><td></td></tr> <tr><td>72</td><td>82</td><td>92</td><td></td></tr> <tr><td>73</td><td>83</td><td>93</td><td></td></tr> </table>	64	74	84	94	65	75	85	95	66	76	86	96	67	77	87	97	68	78	88	98	69	79	89	99	70	80	90	100	71	81	91		72	82	92		73	83	93													
64	74	84	94																																																		
65	75	85	95																																																		
66	76	86	96																																																		
67	77	87	97																																																		
68	78	88	98																																																		
69	79	89	99																																																		
70	80	90	100																																																		
71	81	91																																																			
72	82	92																																																			
73	83	93																																																			

librairie
les Volcans
d'auvergne

80, boulevard Gergovia
CLERMONT-FERRAND

Création d'un Centre de recherche en nutrition humaine à Clermont-Ferrand

LE CENTRE DE RECHERCHE EN NUTRITION HUMAINE D'AUVERGNE

La création du Centre de Recherche en Nutrition Humaine (CRNH) d'Auvergne a été officialisée en 1990 par le Ministère de la Recherche et de l'Espace, suite à un appel d'offre de ce dernier. Le CRNH réunit les laboratoires et services de 5 partenaires qui sont :

- l'INRA
- l'Université d'Auvergne Clermont I
- le Centre Hospitalier Régional
- l'INSERM
- le Centre Régional de lutte contre le cancer Jean Perrin.

Les buts du CRNH sont :

- de façon générale, **promouvoir et harmoniser les recherches dans le domaine de la nutrition préventive de l'homme sain, en particulier au cours du vieillissement,**

- **amplifier les collaborations entre les différents partenaires** du CRNH sur le plan scientifique (formation et recherche),

- **associer les compétences complémentaires des partenaires**, en permettant de maîtriser l'ensemble des aspects de la recherche en nutrition depuis la biologie moléculaire et cellulaire jusqu'aux applications chez l'homme sain ou le patient en passant par les modèles expérimentaux animaux,

- proposer un éventail de services au secteur privé dans le cadre de **collaborations industrielles**, pour, par exemple, évaluer la valeur santé des aliments proposés par l'industrie agroalimentaire ou en concevoir de nouveaux.

Les deux **axes scientifiques principaux** du CRNH sont le métabolisme protéino-énergétique et les interactions entre fibres alimentaires, oligoéléments, minéraux et métabolisme lipidique. L'accent est mis d'une part sur la recherche chez l'homme comme en témoigne la création du laboratoire de Nutrition Humaine, d'autre part sur l'utilisation des méthodes les plus modernes de biologie cellulaire et moléculaire, déjà utilisées par plusieurs laboratoires, et dont l'importance ira croissant.

Dans un premier temps, le CRNH s'est donc doté d'un outil original, le **Laboratoire de Nutrition Humaine (LNH)**. Ce laboratoire, dont la structure est unique en France, est implanté sur le site du CHR de Clermont-Ferrand. Il permet de recevoir des sujets sains et des patients pour des études nutritionnelles prolongées. Il dispose à cet effet de logements confortables, d'une cuisine indépendante, de lits d'exploration, d'un équipement scientifique adapté, assorti du personnel médical, paramédical et technique adapté. Le financement du bâtiment et des équipements a bénéficié du soutien des partenaires, de l'Etat et des Collectivités Territoriales. Le LNH permet aux différents laboratoires du CRNH de développer la recherche chez l'homme sain. Ce laboratoire a également ses thèmes de recherche propres, en particulier dans le domaine du métabolisme protéino-énergétique et du vieillissement.

La structure administrative du CRNH est celle d'un **Groupe d'Intérêt Public (GIP)** auquel participent les 5 partenaires, dont la création a été approuvée le 2 novembre 1992. Le GIP est doté d'un Conseil d'Administration et d'un Conseil Scientifique. L'une des raisons pour le choix d'une telle structure a été le souci de faciliter les relations avec les milieux industriel, régional et national. La sécurité et les qualités gustatives d'un aliment ne sont plus les seuls critères recherchés : leur valeur nutritionnelle (valeur "santé") devient un critère de choix important qui suscite un intérêt croissant de la part de l'industrie agro-alimentaire. Des problèmes similaires se posent pour l'industrie pharmaceutique dans le cadre de la nutrition artificielle des patients. Le CRNH constituera donc un partenaire privilégié pour l'industrie, dont les demandes pourront prendre la forme d'analyses, de conseils ou de protocoles d'études avec l'un des laboratoires des partenaires du GIP.

L'extension du CRNH se poursuivra, puisque, en 1993 l'INRA créera sur le site de Theix, près de Clermont-Fd, une annexe expérimentale de Nutrition Comparée, suivie en 1994 d'une extension de laboratoires, permettant d'agrandir les laboratoires existants, de loger l'Unité de Nutrition Cellulaire et Moléculaire qui vient d'être créée et d'ac-

cueillir les unités délocalisées de la région parisienne.

Enfin, un **enseignement adapté et de haut niveau est indissociable d'une activité de recherche**. Cet enseignement consiste à l'heure actuelle en une option Nutrition du DEA de Biologie de Clermont-Fd. Par ailleurs, la demande de création de Licence et de Maîtrise orientée vers la nutrition (Bac + 3 et + 4) a été déposée, cet enseignement pouvant déboucher, soit sur des emplois dans le secteur agroalimentaire, soit sur la poursuite d'une formation à la recherche dans le cadre du DEA. Enfin un enseignement de nutrition de type post-universitaire est également prévu à Vichy dans le cadre d'un diplôme d'Université.

LE BATIMENT DU LABORATOIRE DE NUTRITION HUMAINE

L'Université d'Auvergne Clermont I a eu la Maîtrise d'Ouvrage du bâtiment du Laboratoire de Nutrition Humaine. L'INSERM et le CHRU ont cédé gracieusement le terrain, situé sur le site St-Jacques, à proximité immédiate de toutes les facilités du plateau technique hospitalo-universitaire. A partir d'un cahier des charges très précis réalisé en fonction de centres similaires existant à l'étranger (USA, Suisse, Grande-Bretagne), le bâtiment a été conçu par un Cabinet d'Architecture de Lyon et construit par une société Auvergnate. Les travaux, qui ont débuté le 20 février 1992, se sont terminés en octobre 92.

Le bâtiment comporte une surface utile totale de 800 m², et est divisé au plan fonctionnel en 2 secteurs : **un secteur de logement des volontaires sains, et un secteur de laboratoire**, pièce d'exploration, bureaux.

La partie "volontaires sains" comprend 6 chambres confortables, dotées d'un cabinet de toilette privé, du téléphone, de la télévision et d'un accès à une terrasse extérieure. Un salon bibliothèque, une salle d'exercice physique et une salle à manger sont à la disposition des volontaires. La préparation de repas adaptés, élément indispensable dans un laboratoire de nutrition, est assurée dans une cuisine de type professionnel. L'ensemble de ces locaux est regroupé au 1er étage du bâtiment.

Au rez-de-chaussée du bâtiment se situe le secteur de laboratoire et d'exploration qui comprend :

- 2 pièces d'exploration : il s'agit de 2 chambres identiques de type hospitalier ouvrant sur un espace de surveillance où travaillera le personnel médical et paramédical. C'est dans ces pièces que se dérouleront les études nécessitant, par exemple, des prises de sang.

- 2 chambres calorimétriques qui sont des installations permettant la mesure en continu de la dépense énergétique (calories brûlées par l'organisme) de sujets séjournant à l'intérieur des chambres pour des périodes de 24 à 48 heures. La mesure de la dépense énergétique est faite à partir de la consommation d'oxygène du sujet, consommation que ces chambres permettent de déterminer.

- un laboratoire et des pièces techniques permettant l'analyse de différents prélèvements réalisés dans le LNH. La majeure partie de l'équipement lourd du laboratoire est constituée par des spectromètres de masse, appareils permettant la mesure d'isotopes stables qui sont des marqueurs métaboliques que l'on peut utiliser chez l'homme sans aucun risque.

Les contraintes générales qui ont été respectées lors de la conception et de la construction du LNH sont d'une part une isolation phonique et thermique poussée, ce qui permet d'améliorer le confort des volontaires séjournant dans le LNH et de réduire le coût de fonctionnement.

Le coût total du bâtiment se monte à 8 millions de francs, celui des équipements à un peu plus de 6 millions de francs. Il a été assuré par les partenaires, l'Etat et les Collectivités Territoriales. Son détail est indiqué ci-dessous.

FINANCEMENT DU LNH 1991-92-93

BATIMENT :

CHRU CLERMONT/INSERM	Terrain
DATAR	3000 KF
REGION AUVERGNE	2000 KF
INRA	1500 KF
DEPARTEMENT PUY DE DOME	600 KF
VILLE DE CLERMONT	500 KF
DEPARTEMENT ALLIER	400 KF
TOTAL	8000 KF

EQUIPEMENT :

INRA	2600 KF
MINISTERE DE LA RECHERCHE	2000 KF
UNIVERSITE D'AUVERGNE CLERMONT I	700 KF
REGION AUVERGNE	200 KF
CENTRE JEAN PERRIN	200 KF
FEDER OBJECTIF 5B	500 KF
TOTAL	6200 KF

FONCTIONNEMENT :

INRA, CHRU, UNIVERSITE D'AUVERGNE CLERMONT I,
INSERM, CENTRE JEAN PERRIN.

LES THÈMES SCIENTIFIQUES ET LE FONCTIONNEMENT DU LNH

I. - Les thèmes scientifiques

Les principaux thèmes des recherches menées dans le LNH sont élaborés conjointement par l'INRA et l'Université d'Auvergne, en association avec le Conseil Scientifique du CRNH.

A) Le métabolisme protéino-énergétique de l'homme au cours du vieillissement

C'est l'un des enjeux majeurs de la nutrition au cours des prochaines décennies, compte tenu de l'augmentation de la proportion des personnes âgées dans les pays développés. **Les besoins nutritionnels spécifiques du sujet âgé sont mal connus** que ce soit au plan quantitatif ou qualitatif. Les besoins énergétiques sont diminués avec l'âge et il existe également une réduction de la masse musculaire (protéines) dont la cause est inconnue (déficit nutritionnel ?, diminution de l'activité physique ?..). Quoi qu'il en soit, la dénutrition est un problème trop fréquent chez le sujet âgé (jusqu'à 20 % des patients âgés hospitalisés). Les études entreprises auront pour but :

- de déterminer la dépense énergétique et les différentes composantes du métabolisme protéique (synthèse et dégradation des protéines) en fonction de l'âge, du sexe et de la composition corporelle.

- d'étudier l'effet de l'activité physique, de

l'entraînement, de différents apports nutritionnels, sur ces paramètres.

A partir des données obtenues seront établis des apports énergétiques et protéiques recommandés pour **préserver un état nutritionnel satisfaisant** permettant une meilleure résistance aux agressions et ainsi de vieillir en bonne santé.

B) Les interactions entre fibres alimentaires, minéraux et oligoéléments, et métabolisme des lipoprotéines.

Les produits végétaux riches en fibres le sont également en minéraux, oligoéléments et autres substances associées. Dans les pays industrialisés, les **faibles apports actuels en fibres** sont potentiellement associés à des carences modérées en minéraux et oligoéléments, carences qui pourraient avoir des conséquences nutritionnelles importantes, en particulier sur le métabolisme des lipides (lipoprotéines) et sur les fonctions des membranes cellulaires.

Chez l'homme, les études porteront sur :

- les relations entre carence en magnésium, anomalies du métabolisme des lipides et maladies cardiovasculaires,

- le rôle de différents oligoéléments (zinc, cuivre et sélénium) sur les fonctions membranaires, en particulier au cours du vieillissement qui s'accompagne d'une rigidité des membranes cellulaires,

- la détermination de la biodisponibilité (c'est-à-dire la capacité de l'organisme à utiliser une substance présente dans un aliment) et de la digestibilité de certains minéraux et oligoéléments chez l'homme.

Bien sur, ces études chez l'homme viennent en complément de travaux fondamentaux menés chez l'animal ou in vitro, dans les autres laboratoires du CRNH, travaux concernant, entre autres, la régulation nutritionnelle des gènes du métabolisme des lipides ou des protéines et faisant volontiers appel à des méthodes de biologie moléculaire.

II. Le fonctionnement du LNH :

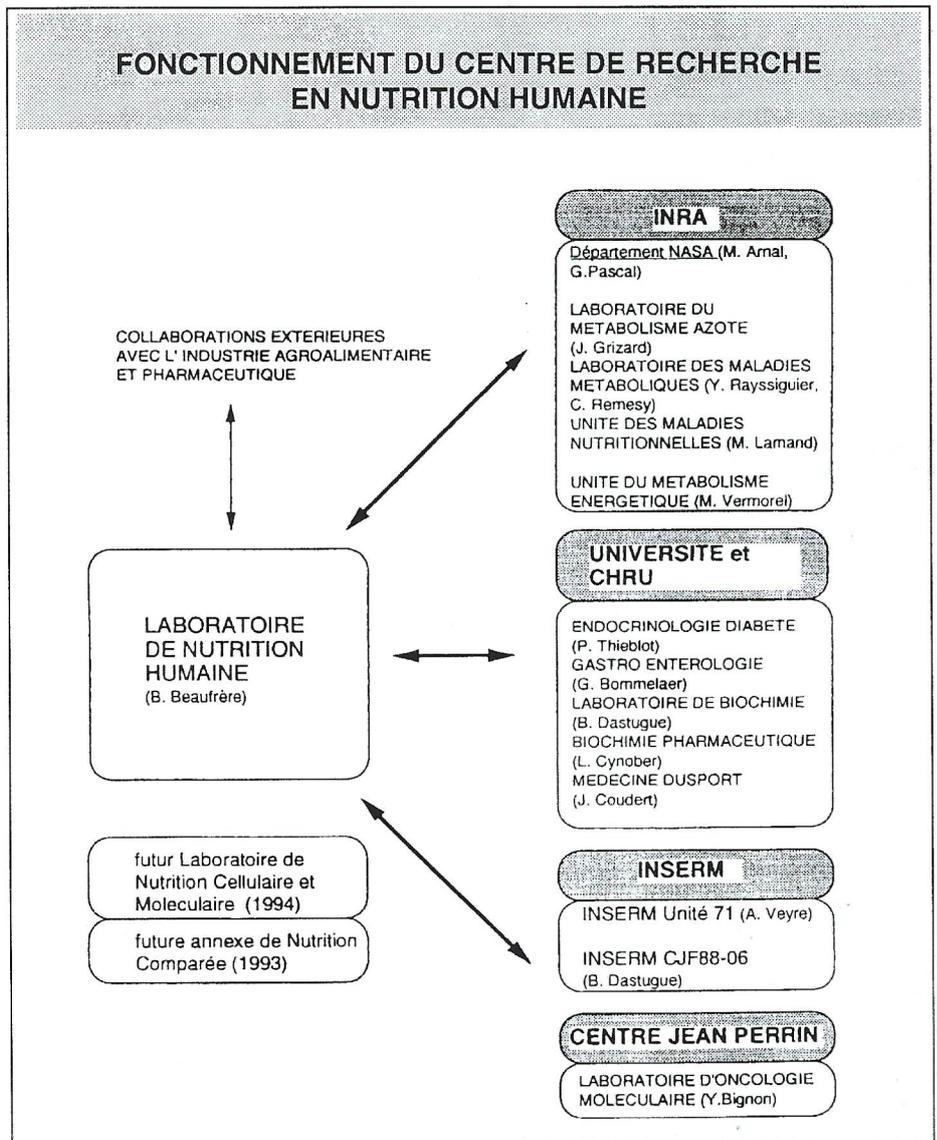
Le LNH, outil commun des partenaires du CRNH, accueillera des adultes volontaires en bonne santé pour des études nutritionnelles de courte et moyenne durée.

Les volontaires seront recrutés par la bouche à oreille, l'affichage ou par voie de presse. Ils seront sélectionnés après examen médical et un entretien et recevront des explications détaillées sur le protocole dans lequel ils seront impliqués. **Ces protocoles respectent de strictes règles d'éthique**, sont soumis pour accord préalable au Comité d'Éthique en accord avec la loi Huriet et nécessitent que les participants donnent leur

consentement informé. Bien sur, les participants sont couverts par une assurance pendant toute la durée de l'étude.

Pendant l'expérimentation, les volontaires sont soumis à une **alimentation parfaitement caractérisée** pouvant être, par exemple, plus ou moins riche en fibres, ou en certains oligoéléments, ou comporter des proportions variables de glucides, lipides et protéines. Ces repas sont préparés par un cuisinier sous la surveillance constante d'une diététicienne et composés suivant les directives des médecins et chercheurs responsables de l'étude. Selon les études, les volontaires, logeront sur place ou viendront simplement prendre leurs repas au LNH. Les effets de cette période de nutrition contrôlée seront évalués au cours du séjour à l'aide de prélèvements sanguins et urinaires et à l'aide d'un certain nombre d'explorations visant à mesurer la composition du corps humain, la quantité d'énergie utilisée (dépense énergétique mesurée en chambre calorimétrique) ou les modifications du métabolisme étudiées à l'aide de marqueurs de type isotope stable non radioactif. La caractéristique générale de ces moyens d'étude appliqués chez l'homme est d'être **le moins invasive possible**.

En dehors des périodes d'exploration, les volontaires pourront sortir du LNH à leur convenance, mais il leur sera demandé de ne consommer aucun aliment autre que ceux fournis par le LNH. Tout en étant très attentif à l'alimentation, le personnel du laboratoire, s'efforcera de rendre le séjour des volontaires le plus agréable possible.



VISITES D'ENTREPRISES



VISITE A CHATOU

Les dernières visites de l'ADASTA nous ont conduit à Chatou dans la région parisienne le 20 mai 1992, puis à Moulins le 25 novembre et enfin à Riom le 9 décembre.

* Le site EDF de CHATOU abrite le Laboratoire National d'Hydraulique ; créé en 1946, il avait à l'origine pour objectif d'étudier les nombreux projets hydrauliques d'EDF et les problèmes posés dans le domaine fluvial et maritime. Depuis, ce laboratoire s'est considérablement modernisé et s'est adapté à de nouvelles missions.

Cette visite a bénéficié de l'aide de la Direction Régionale d'EDF. Elle a permis à une vingtaine d'étudiants de licence de l'Université de découvrir les techniques modernes utilisées dans le domaine de hydrodynamique.

Nous reviendrons en détail dans un prochain numéro sur l'importance de ce laboratoire, situé dans un site chargé de souvenirs.

* La visite à Moulins a permis à une vingtaine de personnes, sous la conduite de notre ami Gérard Hatab, de découvrir la réalité industrielle dans deux entreprises performantes de notre région : la fabrication des chaussures (Bally) et l'élaboration des grues à tour (Potain).

* Enfin la visite de SATCABLES à Riom nous a fait découvrir toutes les étapes de la conception et de la fabrication des câbles électriques utilisés pour le transport de l'énergie et pour les télécommunications. Cette visite a été organisée par notre ami Roland Fustier.

R. J.

GRAND RENDEZ-VOUS EUROPÉEN DU MOUVEMENT ROUTIER

du 11 au 15 mai 1993 à Clermont-Ferrand

La SATCAR (Semaine des Arts, Techniques et Culture de l'Automobile et de la Route) organise la 3^{ème} édition d'un ensemble de manifestations qui ont en commun " les perspectives du mouvement routier en Europe". Au rendez-vous : des chercheurs, scientifiques et industriels concernés par l'évolution de l'automobile dans l'économie et la vie quotidienne.

Voici les principales manifestations qui se dérouleront à la Maison des Congrès et à la Maison des Sports de Clermont-Fd.

MANIFESTATIONS SATCAR

COLLOQUES / RENCONTRES / CONFÉRENCES / DEBATS

Mardi 11 mai 1993 :

Prévention des accidents: La voiture intelligente, frein ou moteur ? organisé par l'Association UAP Prévention.

Véhicules électriques et déplacements urbains dans la ville de demain organisé par le SMTC de l'Agglomération Clermontoise, l'ADEME - Délégation Régionale Auvergne, EDF et le SIEPAC.

Mercredi 12 mai 1993 :

Les mécanismes de rupture des chaussées organisé par le Centre Universitaire des Sciences et Techniques.

Mercredi 12 et jeudi 13 mai 1993 :

Route et paysage organisé par le Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (Ministère de l'Équipement, du Logement, des Transports et de la Mer).

Lumière et matériaux polymères des années 2000 organisé par le Centre Natio-

nal d'Évaluation de Photoprotection.

Jeudi 13 et vendredi 14 mai 1993 :

Route et météorologie organisé par le Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées, le Centre Départemental de Météo-France Puy-de-Dôme, la D.D.E. Puy-de-Dôme et l'Université Blaise Pascal.

Vendredi 14 mai 1993 :

La direction du design industriel : Un atout majeur dans la stratégie de RE-NAULT, organisé par l'Institut du Design d'Auvergne.

MANIFESTATIONS ARTISTIQUES ET CULTURELLES

Vendredi 14 mai 1993 :

Troisième Festival Européen du Film Publicitaire Automobile, organisé par la Fondation Alexandre et Marguerite Varenne et l'Association des Elèves de l'École Supérieure de Commerce de Clermont-Ferrand.

11, 12, 13 et 14 mai 1993 :

Bande Dessinée et Automobile: Illustra-

tions organisée par l'Automobile Club d'Auvergne.

ANIMATION

Vendredi 14, Samedi 15 et Dimanche 16 mai 1993 :

Initiation au Sport Automobile organisée par l'Association Sportive Automobile Clermont-Racing.

EXPOSITIONS

11, 12, 13, 14 mai 1993 :

Expositions Technologiques liées aux colloques mises en scène par les organisateurs de colloques.

11 au 16 mai 1993 :

Rêve et Recherche organisée par les élèves de l'I.F.M.A., la Manufacture MICHELIN et l'Automobile Club d'Auvergne.

Regard sur la Sécurité conçue par la Mission Prévention et Sécurité Routières dans les Armées et UAP Prévention et réalisée par les Codes Rousseau.

Conférence organisée par l'ADASTA le 17 mars 1993 à 17 h. 30 au Département de Physique (Les Cézeaux)

LA RECHERCHE EN PHYSIQUE NUCLÉAIRE ET SES PERSPECTIVES

par le Professeur Guy ROCHE

Dans une première partie introductive sera présentée l'évolution des idées sur la structure de la matière, depuis la classification périodique des éléments de Mendeleeff, jusqu'au modèle standard actuel des particules fondamentales et leurs interactions. La deuxième partie se rapportera aux premiers développements de la physique nucléaire, d'ailleurs confondue avec celle des particules initialement, et qui s'en est distinguée ensuite en s'intéressant aux noyaux atomiques en ce qui concerne masse, dimension, structure... et modèles descriptifs. Dans la troisième et dernière partie seront abordées les idées nouvelles de *matière nucléaire* envisagée sous l'angle de la thermodynamique, no-

tions suggérées notamment par des questions d'astrophysique (étoiles à neutrons...) et par le modèle de l'origine de l'univers (big-bang), et étudiées expérimentalement à l'aide des collisions d'ions lourds. L'objet ultime de la recherche est la détermination d'une équation d'état nucléaire, ce qui nécessite en particulier une bonne connaissance des propriétés "in-médium" des particules composites qui éventuellement constituent ce milieu. A chaque étape, surtout dans la troisième partie, les perspectives seront indiquées, notamment les spéculations d'états nouveaux de la matière, tels que plasma de quarks et gluons et condensation de particules.