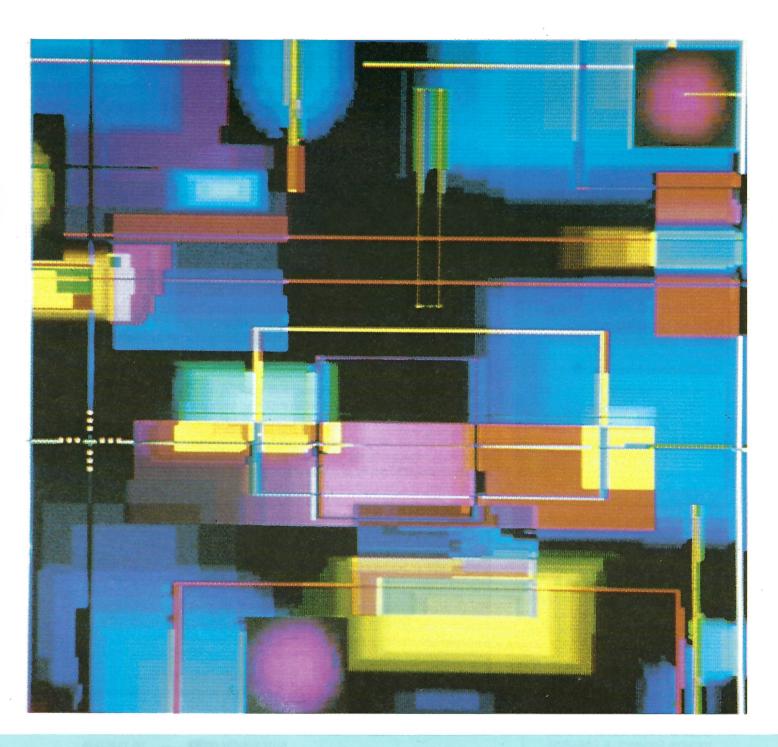
SAUVERGNE S SCIENCES

BULLETIN DE L'ADASTA

Nº 19-20 Octobre - Novembre - Décembre 1991 20 F



SOMMAIRE

Le Livre Blanc de la Recherche en Auvergne Interview du Pr. MONTRET	3
Sauvegarde de notre patrimoine génétique fruitier Marcel GIRARDET	4
Parcours à travers l'image numérique assistée par la	
photographie Bernard CAILLAUD	6
L'effet de serre et le réchauffement du climat Robert LEYGONIE	8
La crise du Mont Unzen et l'hommage à Maurice KRAFFT Jérôme LECOINTRE	15
Astronomie : principaux proje de l'Observatoire de Paris	ts 21
Sorties culturelles de l'Adasta Les "Petits Débrouillards"	
Informations régionales	23
- Expositions - Conférences	24

LA VULGARISATION SCIENTIFIQUE

Convaincus de cette évidence que la Science a partout sa place et qu'elle est un facteur de progrès, d'illustres scientifiques (à l'époque on les appelait des "savants") créèrent, à la fin du siècle dernier, une Association Française pour l'Avancement des Sciences (AFAS). Dans l'esprit de ces hommes lucides, dont le plus connu est Claude Bernard, il s'agissait d'inciter les chercheurs, les enseignants et les industriels à diffuser les connaissances scientifiques et techniques qui augmentaient déjà rapidement à l'époque.

Pour s'acquitter de cette tâche, ces pionniers eurent recours aux congrès, aux conférences, aux expositions, aux publications, aux visites de laboratoires, plus tard aux films scientifiques,... c'est à dire à toutes les formes de communication que nous utilisons aujourd'hui.

En somme, on pourrait penser que la situation n'a pas changé. En fait, il n'en est rien.

Tout d'abord vous remarquerez, en consultant les publications des innombrables organismes qui ont pour vocation de diffuser les connaissances scientifiques, que le vocabulaire est différent. Aujourd'hui personne ne s'aviserait d'avouer qu'il fait de la "vulgarisation" : ce mot a une "connotation" péjorative et personne, apparemment, ne connaît son étymologie. On parle désormais de "Culture" scientifique! L'inflation aidant, cette "culture" devient technique, puis tout naturellement industrielle et, pourquoi pas, économique. Demain elle deviendra sociale, philosophique, littéraire, artistique, que sais-je encore? J'imagine de futurs centres culturels polyvalents où tous les qualificatifs seraient superflus : il suffirait alors de parler de "culture"!

Les mots finissent par tenir lieu d'action, les projets vagues prennent quelquefois le pas sur les réalisations. Ici "on amorce des réflexions sur les enjeux des démarches culturelles", grâce à une "lecture transversale d'enjeux locaux". Là, il est question "d'expliciter les problématiques dans lesquelles s'insèrent les interrogations"! On ne peut, évidemment, pendant ce temps, transmettre un savoir!

Il y a une autre différence, fondamentale, qui nous distingue des scientifiques de la fin du siècle dernier. En 100 ans, la masse des connaissances s'est accrue de manière prodigieuse et nul n'est en mesure de les maîtriser toutes.

Louis de Broglie avait déjà senti le danger lorsque, en 1957, il disait lors d'une séance inaugurale de l'Association des Ecrivains Scientifiques de France, que les "savants qualifiés doivent chercher à développer en France la bonne vulgarisation scientifique, celle faite par des hommes compétents et instruits".

L'évolution de la situation au cours des dernières décennies confirme, hélas, cette crainte. On s'aperçoit que nous sommes incapables — du moins actuellement — d'apprendre beaucoup de sciences à beaucoup de gens, de sorte que la "vulgarisation" serait une chimère. Le niveau scientifique des élèves s'abaisse régulièrement, au moment où la recherche et l'industrie réclament de plus en plus de cadres (on peut s'étonner, dans ces conditions, de la réduction des programmes des sciences physiques au collège). Le niveau des maîtres suit le même chemin (est-ce pour remédier à cette situation que le contenu scientifique des concours de recrutement vient d'être allégé ?). Quant aux multiples structures, le plus souvent de type associatif, qui proposent des animations, leur niveau scientifique est extrêmement variable, alternant le bon et le médiocre.

Cela est grave car les apprentissages fondamentaux se font à l'école et, dans l'état actuel des choses, ne peuvent se faire que là. Les médias jouent un rôle négligeable et les "Centres Culturels Scientifiques" n'ont pas cette vocation, ni la plupart du temps les compétences nécessaires pour produire des documents pédagodiques consistants et assurer des formations utiles. Il faut se réjouir cependant que les grands "musées" scientifiques parisiens (et surtout le Palais de la Découverte), ainsi que plusieurs Centres en Province, jouent un rôle important mais encore trop faible pour pallier les insuffisances de l'Ecole.

En Auvergne l'ADASTA s'efforce de jouer pleinement ce rôle pédagogique en dépit de moyens matériels modestes, grâce à notre équipe de formateurs expérimentés, qui produisent des animations et des documents scientifiques utilisés dans l'enseignement secondaire, grâce aussi à nos actions de formation et nos Universités d'Eté qui font de notre Association une structure originale dans la CCST en France.

L'accueil bienveillant que nous réservent de plus en plus les autorités universitaires nous incite à persévérer dans cette voie, avec l'aide efficace du Ministère de l'Education Nationale et du Ministère de la Recherche et de la Technologie.

R. JOUANISSON.

L'ADASTA a reçu en 1991 le soutien financier

- de la Délégation à l'Information Scientifique et Technique (Ministère de la Recherche et de la Technologie)
- du Conseil Régional d'Auvergne
- de la Direction Régionale des Affaires Culturelles (Ministère de la Culture et de la Communication).

Photographie de couverture :

Image numérique assistée par la photographie. Document : B. CAILLAUD.

Auvergne-Sciences: publication trimestrielle

Adhésions et Abonnements :

Adhésion à titre individuel 100 F
Adhésion 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 - Abonnement : 100 F par an Edité par ADASTA - Complexe des Cézeaux 63177 AUBIÈRE CEDEX — Tél. 73.40.72.26

Interview du Professeur J.-C. MONTRET

LE LIVRE BLANC DE LA RECHERCHE EN AUVERGNE

A la demande du Gouvernement les 22 régions françaises ont élaboré un "Livre Blanc" de la recherche. Les ministères de l'Aménagement du Territoire et de la Recherche et de la Technologie souhaitaient disposer d'un document qui permette de connaître l'importance de la recherche publique et privée dans chaque région et qui propose des perspectives de développement.

En mars 1991, le Préfet de la Région Auvergne créait un Comité de pilotage et sept commissions chargées de mener une réflexion approfondie sur la recherche dans notre Région.

Le Professeur J.-C. Montret, Directeur du Laboratoire de Physique Corpusculaire de Clermont-Ferrand, a assuré la préparation et la rédaction du livre blanc qui fait la synthèse de cette réflexion.

Nous lui avons demandé de bien vouloir répondre à diverses questions susceptibles d'intéresser nos lecteurs.

Question nº 1 : Le Livre Blanc était prêt au mois de juillet dernier, après plusieurs mois d'intense activité.

Pouvez-vous nous préciser comment cette réflexion a été conduite ?

Pr. Montret : Des responsables ont été désignés pour présider les différentes commissions thématiques : sciences de la vie, sciences exactes, sciences pour l'ingénieur, sciences de l'univers, sciences de l'homme et de la société, transfert de technologie.

A ces thèmes qui s'imposent d'eux-mêmes a été ajouté un volet auquel le Ministère de la Recherche accorde une grande importance et qui concerne directement l'ADASTA, à savoir la diffusion des connaissances scientifiques et techniques.

Chaque responsable a choisi librement des collaborateurs, indépendamment des structures et des disciplines traditionnelles, ce qui est très important. Ainsi des spécialistes de la chimie organique ont collaboré avec des biologistes, des physiciens se sont retrouvés avec des spécialistes des sciences de l'ingénieur, et des médecins avec des physiciens, etc...

De même les sciences exactes ne sont pas l'apanage de l'Université. Elles concernent d'autres organismes comme l'INSERM, l'INRA ou des industriels comme Michelin, Aubert et Duval, Limagrain, etc...

En somme on a vu émerger des grands domaines de recherche qui s'appuient sur des structures très différentes, ce qui a été souligné dans le rapport.

Question n° 2 : Pour la rédaction de ce Livre Blanc, je suppose que vous avez disposé de toutes les informations et documents disponibles concernant notre région.

Pr. Montret : Naturellement, M. le Préfet a mis à notre disposition toutes les informations souhaitées et nous avons bénéficié du soutien constant des services de l'Etat et notamment de la Délégation Régionale à la Recherche et à la Technologie dont le responsable est M. Pariset.

Une vingtaine de pages du rapport sont consacrées à divers tableaux et graphiques permettant de situer la recherche publique et privée en Auvergne par rapport au reste du Pays.

Question n° 3 : D'une manière globale quelles sont les principales conclusions de ce rapport ?

Pr. Montret : La première conclusion, qui peut surprendre certains, est que la Recherche au sens large (recherche publique et privée) occupe en Auvergne une position supérieure à la moyenne nationale.

D'autre part, il existe des pôles d'excellence qui nous placent dans une position très forte sur le plan national. Par exemple, les sciences de la vie, grâce à l'INRA, aux laboratoires universitaires et à différents groupes industriels (agro-alimentaire, chimie, pharmacie...). Dans le domaine des sciences dites "exactes" il est apparu également des pôles d'excellence comme "rayonnement-matériaux" qui regroupe divers laboratoires associés au CNRS et à l'INSERM, ainsi que des industriels. Plusieurs laboratoires ont un rayonnement qui dépasse le cadre national*.

Dans les sciences de l'ingénieur on voit se préciser des résultats en électronique, en vision artificielle et en robotique; Dans les sciences de l'univers le rôle de l'Auvergne est important également, tant pour l'étude des magmas que pour la dynamique de l'atmosphère.

Plusieurs centres de recherche dans les sciences de l'homme et de le société jouent un rôle éminent, comme le CERDI. Les transferts de technologies font l'objet d'une démarche dynamique avec différents "pôles" comme ADIV, CASIMIR, le CNEP, le CUST ou le futur Institut Français de Mécanique Avancée.

Question n° 4 : Pour avoir de bons chercheurs, il est nécessaire que notre enseignement soit de qualité. Bien que ce problème ne soit pas spécifique à l'Auvergne, pouvez-vous nous dire comment vous voyez la situation dans ce domaine.

Pr. Montret : Il est clair que l'enseignement doit suivre l'évolution des connaissances scientifiques et que.

même avec ce seul objectif, la recherche doit faire partie du statut des enseignants-chercheurs. Tout enseignant du supérieur doit pouvoir s'inscrire dans un projet de recherche, sinon il devient rapidement inefficace.

De même l'université doit former des professeurs du secondaire et assurer leur formation continue en tenant compte de l'accroissement des connaissances scientifiques et techniques.

Question n° 5 : Vous avez évoqué au début de notre entretien le problème de la diffusion des connaissances scientifiques et techniques. Il est de plus en plus évident que l'école ne peut suffire à la formation des jeunes, ni du public en général.

Comment concevez-vous le rôle que doit jouer, dans ce domaine, une structure comme l'ADASTA?

Pr. Montret : Je pense que votre association remplit bien sa mission de diffusion de la culture scientifique et technique, car elle est animée par des scientifiques expérimentés, au courant des derniers développements de la science.

Une priorité dans ce domaine me semble être la diffusion de la culture scientifique vers les jeunes écoliers, lycéens et étudiants, qui doivent être en mesure de confronter leur savoir acquis à l'école avec des réalisations pratiques.

Une idée, parmi d'autres énoncées : le livre blanc propose de réaliser une zone d'animation au sein du campus des Cézeaux, véritable vitrine de la recherche de la Région Auvergne et qui serait accessible à tous.

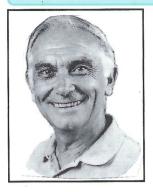
Question nº 6 : En définitive à qui et à quoi va, selon vous, servir le Livre Blanc consacré à l'Auvergne.

Pr. Montret: Le Livre Blanc a d'abord permis aux chercheurs eux-mêmes de prendre conscience d'un certain nombre de réalités qui n'étaient pas toujours évidentes. Par exemple, on a pu mesurer les points forts de la recherche en Auvergne et en déduire des possibilités de développement.

Désormais, le Livre Blanc constituera un document de référence à l'usage des décideurs, et en premier lieu l'Etat. Ce document devrait permettre de mieux cibler les actions à entreprendre.

Bien sûr, il ne s'exprime pas directement en nombre d'emplois créés ; Cependant il est nécessaire à l'élaboration d'une bonne politique pour notre Région et nous avons espoir qu'un certain nombre de nos propositions seront entendues par nos autorités de tutelle.

NDLR. — * C'est le cas notamment du laboratoire de photochimie et du laboratoire de physique corpusculaire qui regroupe une centaine de chercheurs.



SAUVEGARDE DE NOTRE PATRIMOINE GÉNÉTIQUE FRUITIER

Marcel GIRARDET

Dans le domaine de la recherche pour une productivité plus grande, en voulant baisser le prix de revient, l'homme en arrive à modifier profondément le rythme et même le processus de développement des végétaux.

Depuis l'origine, la multiplication sexuée des plantes existe, c'est-à-dire qu'à partir des organes mâles et femelles qui sont situés sur la même fleur ou des fleurs différentes, sur une même plante ou sur deux plantes différentes, le chemin est le même dans tous les cas. En simplifiant, nous avons le processus suivant qui s'appelle aussi hybridation dans la création de variétés nouvelles.

Dans l'anthère, alors que la fleur est à peine discernable, les cellules profondes, destinées à donner le pollen, présentent une modification capitale qu'il faut connaître pour la compréhension génétique. Ces cellules à protoplasme dense montrent une division nucléaire. Puis, au cours d'une prophase complexe, les chromosomes s'accolent deux par deux, puis se séparent après avoir échangé les fragments de matière. Une moitié s'en va à l'un des pôles de la cellule, l'autre moitié, à l'autre pôle, et forment de nouvelles cellules : les cellules-mères du pollen.

Pendant ce temps, dans le pistil, s'accomplissent des modifications parallèles. Un tissu spongieux, "le placenta" nourri par la sève se développe. Sur ce placenta, apparaissent très tôt une ou plusieurs saillies. Ce sont les ovules qui forment un petit mamelon entouré de deux replis, "les téguments". Dans l'ovule ainsi constitué, une cellule sous-épidermique subit une méliose en tout point semblable à celle qui a lieu dans les cellules-mères du pollen. Ayant acquis le nombre n de chromosomes, le groupe des cellules ainsi formées se divise plusieurs fois et la plus profonde des cellules-filles prend de grandes dimensions, c'est le sac embryonnaire avec huit noyaux : les deux synergides et l'oosphère qui sont destinées à la fécondation, les deux polaires, les deux antipodes et le secondaire du sac embryonnaire destiné à la fécondation surnuméraire d'où naîtra l'albumen.

Le transport du pollen sur les stigmates ou pollinisation présente des modalités biologiques très intéressantes et très variées, que ce soit par le vent, par les insectes, avec toutes les subtilités déployées par les fleurs pour attirer et faciliter l'accomplissement de ce travail. Il n'est qu'à voir la séduction déployée par les orchidées : odeurs, couleurs, vibrations et brillance, facilité d'approche pour l'insecte, puis retenue de ceux-ci avec cheminement guidé et obligé provoquant le dépôt de pollen sur le stigmate. C'est également le cas chez beaucoup d'autres plantes (aristolochia, aconit nappel, etc...). Les mêmes fleurs sont toujours visitées par le même insecte, dans les mêmes conditions: la programmation est bien établie et personne ne se trompe. Dans le cas d'autogamie, c'est le pollen de la fleur elle-même qui féconde son propre stigmate. Quoi qu'il en soit, le noyau végétatif disposé à l'extrémité du boyau pollinique entre en contact avec le micropyle puis s'atrophie et disparaît, tandis que le noyau reproducteur se divise en deux : l'anthérozoïde et le spermatozoïde qui fusionnent l'oosphère et le noyau secondaire. Cette fusion est la fécondation proprement dite. Puis, il y a la suite de toutes les divisions nucléaires avec les paires de chromosomes, paternels et maternels, déterminant ainsi les éléments de départ de la génétique. Ce sont ces éléments qui sont modifiés quelquefois par les conditions climatiques ou par l'homme lorsqu'il fait intervenir des cellules issues de chimie de synthèse (pesticides, engrais, insecticides, auxines, etc...).

Un moyen de garder intact ces éléments génétiques est une multiplication asexuée ou végétative, bouture, marcotte, drageon, voire multiplication in-vitro et greffage.

Actuellement, dans le domaine de la production fruitière, existent beaucoup de sujets et de variétés affaiblies et devenues les proies faciles de bactéries, de cryptogames, d'insectes phytophages suceurs, piqueurs, qui viennent sur ces plantes profiter et se développer en puisant leur énergie et leur nourriture dans la sève des végétaux.

Aussi, à force d'observations sur des plantes n'ayant subi aucune des modifications dont nous avons parlé, en reproduisant les sujets sains et vigoureux par une multiplication végétative, on peut repartir sur de nouvelles bases pour retrouver ce patrimoine génétique. Des hommes ont déià trayaillé en ce sens.

Certaines variétés de porte-greffe, tels que le "Noir de Monton" pour les pommiers ont été retrouvées ; ils se reproduisent et poussent actuellement en des endroits appelés "pépinières de quarantaine" et "vergers de quarantaine".

Ceci pour préserver des cultivars fruitiers in situ dans les aires de distribution géographique d'origine afin d'éviter le déclin de leur rusticité, de leur aptitude à la conservation, de leur productivité, de leur saveur et valeur nutritive, de leur adaptation aux différents sols, altitudes, climats, etc...

Dans un premier temps a eu lieu un travail d'inventaire et de recherche. Elaboré à partir de données existantes à la suite des enquêtes passées (1929 et 1944), à partir du catalogue des espèces et variétés de 1955, cet inventaire a permis de retrouver plus de 20 variétés et pourrait en donner jusqu'à 40 ou 50, voire plus, pour les pommiers et arbres à pépins.

Les arbres à noyaux, présentant une situation assez complexe, sont plus long à répertorier.

Il a été retrouvé des variétés de pommes, comme la Pomme de Fer, la Vorgeat, des Reinettes Marbrées, Belle Fille, Déesse Nationale, Pomme d'Or, Jeanne d'Arc...; des variétés de poires comme Marguerilto Marillat, Duchesse, Sucrée de Montluçon...; des abricots comme précoce Boulbon, Rosé d'Auvergne...; des prunes comme Sainte Catherine, Monsieur Jaune...; des pêchers comme Grosse Mignonne, mamie Rose, Aribaud...; des cerisiers comme la noire, la Craquelle et surtout le Bigarreau de Mezel, le plus résistant de tous.

Ensuite, le travail consiste à préléver des greffons sur des sujets sains, ainsi que des boutures ou drageons, de les porter sur les porte-greffes et dans les pépinières de quarantaine, afin d'observer et de suivre leur développement, leur pollinisation et guider leurs hybridations et, aussi, de retrouver les éléments de départ de la génétique (programmation des divisions cellulaires à chromosomes, divisions et mariages des cellules-mères, etc...).

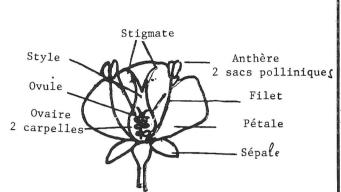
Le travail consiste à retrouver et à les remettre en état biologique avec des méthodes de culture appropriées, de créer d'autres vergers pour obtenir ce patrimoine génétique rustique et local sur lequel il sera possible de travailler.

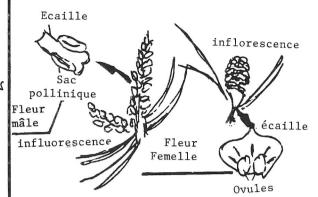
Il sera aussi possible de se servir de ce patrimoine comme instrument pédagogique privilégié, permettant d'associer professionnels, amateurs spécialisés et grand public.

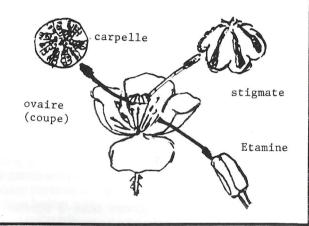
Un programme inter-parcs de vergers-conservatoires a été mis en place au niveau national.

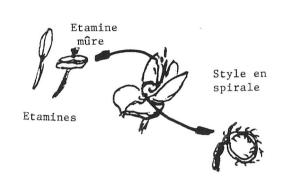
Les perspectives sont vastes, ouvertes à un large travail de prospection, de réflexion et de construction, non seulement pour les professionnels, mais aussi pour les administrations compétentes, les associations et les amateurs, donc à chacun d'entre nous.

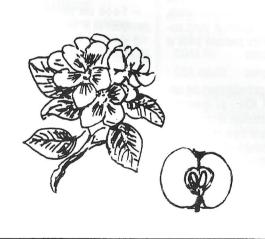
Et nous pourrons repartir d'un bon pied afin d'éviter l'érosion des variétés, améliorer la conservation, la résistance aux maladies, etc... afin, aussi, de retrouver et conserver une place de choix au centre de la communauté européenne et notre patrimoine génétique, non seulement pour les fruitiers, mais aussi toutes les autres variétés de végétaux.

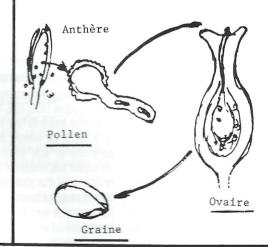






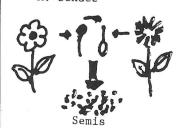






Types de MULTIPLICATION

A. Sexuée



B. Asexuées (végétatives)









Bouture

Greffages

Art et Sciences



Bernard CAILLAUD

Docteur en Arts et Sciences de l'Art (Sorbonne); Physicien de formation, enseignant; Responsable de séminaire au Collège International de Philosophie; Plasticien et photographe.

Après vingt années (1960-1980) consacrées à la peinture, se tourne vers l'ordinateur comme générateur d'image, et présente sa "peinture numérique assistée par la photographie" sur diapositives en projection. Nombreuses expositions en France et à l'Etranger.

PARCOURS A TRAVERS L'IMAGE NUMÉRIQUE ASSISTÉE PAR LA PHOTOGRAPHIE : NOTES D'UN PLASTICIEN

B. CAILLAUD

En deçà des algorithmes complexes associés aux supercalculateurs qui développent, en synthèse totale, en images animées aptes à concurrencer, avec de plus en plus de finesse, les images cinématographiques, certains créateurs indépendants travaillent parfois en image fixe sur les capacités de génération d'objets-images intimement liés à certains types de matériel.

Les notes qui suivent jalonnent un exemple de parcours dans cette quête d'images sans référence qui constitue peut-être l'un des aspects de la recherche plastique contemporaine.

Nous examinerons successivement les questions liées à la couleur et à la forme, puis celles qui tournent autour des relations entre sons et couleurs, puis certains types de traitements photographiques appliqués à l'image écranique et, enfin, les aspects péri-scientifiques du présent travail.

☆ COULEUR - FORME

- Pixel et définition d'image

Le calculateur "travaille" lentement ; le programme est simple et aucun projet de création d'image n'a présidé à son élaboration. Les fonctions, pour un bon nombre trigonométriques, enchaînent patiemment leurs effets, les luminophores sont aux ordres, il y a 320 x 200 pixels à commander...

Le résultat, s'il s'agit d'une image, est bien pauvre : géométrie élémentaire, crénelage grossier et nuances chromatiques en nombre très limité; si des figures prétendent apparaître, le pavage systématique de la forme fait sombrer l'ensemble dans un schématisme sans souplesse, aux antipodes de l'esquisse, et qui perd vite tout intérêt...

Au contraire, si la surface du moniteur devient objet à voir, un grain spécifique apparaît, l'œil du photographe "s'approche" à travers l'objectif "macro" et les unités RVB deviennent progressivement éléments de la composition : le grandissement fait brutalement passer dans une structure très organisée, construite sur trois cellules de base, qui peuvent prendre chacune un petit nombre d'états exprimables en termes de luminancé. L'exploration est quasi-infinie, les diapositives obtenues ne présentent aucun lien exprimable avec le programme de départ ; mais

peut-être s'agit-il plus ici de photographie scientifique au sens où on voudrait inscrire la structure atomique d'une matière imaginaire...

- Logiciels d'aide à la création

Je n'ai jamais cherché à faire de l'image de synthèse ni à utiliser des palettes graphiques qui offrent une bonne combinatoire d'effets et une grande convivialité, ceci, sans me l'être vraiment avoué clairement, pour éviter de refaire en numérique ce que le peintre sait faire par ailleurs et souvent beaucoup mieux.

Certes, les logiciels d'aide à la création implémentés sur un micro-ordinateur offrent des possibilités voisines, mais peut-être plus limitées, ce qui encourage, en dehors de tout projet visuel à priori, à les explorer de façon systématique pour découvrir ce que la machine sait faire au mieux... C'est une situation très nouvelle pour l'artiste, celle qui consiste à interroger un appareil en jouant seulement sur la combinatoire d'effets plastiques précis et limités extraits du computer.

- Multiplication chromatique

Certains logiciels comportent particulièrement des opérations logiques (ADD, SUB, OR, XOR...) qui agissent sur la définition binaire de l'état chromatique de chaque pixel de l'écran. Si, par exemple, à partir d'une image numérique affichée on "étale" sur une certaine portion de l'écran une couleur avec l'indication XOR, le computer va comparer l'état initial d'un pixel avec la définition binaire de la nouvelle couleur à travers les règles logiques associées à l'opérateur et va donc donner au pixel visé un nouvel état chromatique (et ce, de proche en proche, pour tous les pixels concernés). On effectue en quelque sorte un traitement numérique d'image qui conduit à de nouvelles images, filles d'un original, qui perd alors son statut dans la mesure où, par respect de la forme, les filles deviennent de nouveaux originaux sans trace de filiation.

- Structure en boucle

La simple programmation en BASIC (sur Amiga) conduit à des structures relativement élémentaires qui prennent leur intérêt par bouclage en animation : mes premiers travaux ont ici consisté à mettre en numérique les principales directions de recherche de mon œuvre antérieure de peintre. Il s'agit des ALÉATOIRES, des

FREE-PERTURBATIONS et des RASAS. Pour mieux faire sentir l'intérêt de ces structures, je citerais ici des notes prises justement à l'époque de la programmation des ALÉATOIRES.

"Le peintre se souvient de son travail sur toile. Les algorithmes sont alors directement transposables en langage informatique et le calculateur affiche, à vitesse éventuellement variable, des bandes de couleur, identiques dans leur géométrie, choisies au hasard dans l'ensemble chromatique du software. Ce dernier est très réduit mais le renouvellement inlassable, en boucle, joint au Random, développe un nombre de solutions perçu comme infini; Celles-ci peuvent être notablement affinées à l'aide d'un matériel plus performant mais déjà ici sont présents les principes qui présidaient à la construction des ALÉA-TOIRES (1971-1979) 1:

- Principe d'information minimale au niveau de la forme élémentaire perçue.
- Principe d'apparition aléatoire.
- Principe d'épuisement de la totalité chromatique.
- Principe de corrélation chromatique optimale.

Si le format, ridiculement petit, et la texture, omniprésente, sont des limitations difficilement acceptables par le peintre, la vélocité de l'exploration est fascinante et permet, en un sens, de poser les questions premières sur la perception chromatique d'un ensemble aléatoire de nuances parfaitement reproductibles:

- Suivant quelles modalités la perception d'une teinte est-elle modifiée par le contexte chromatique proche ou global ?
- Comment évolue la distinction entre deux teintes selon la complexité chromatique de l'ensemble ?
- Y-a-t-il une hiérarchie des contrastes dans la perception de la "forme chromatique" (cf suite) ?
- Sur quels critères principaux se fonde la ressemblance chromatique entre deux "solutions" délivrées par l'ordinateur ?

Dans le même temps, le peintre regarde fonctionner cette machine imageante qu'il a lui-même animée, sans pouvoir définir le statut de ces objets-images ni décider d'un choix.

Ces programmes en boucle, qui génèrent de la forme et de la couleur comportent, pour la plupart, des paramètres à valeur aléatoire qui orientent le déroulement de l'affichage avec une part d'imprévisibilité; de façon plus précise, dans les séries ALÉA-TOIRES, composées, comme on l'a indiqué, de bandes fines juxtaposées et formellement identiques, on assiste à des regroupements à priori fortuits, qui conduisent au concept de "forme chromatique" définie comme l'émergence d'un sous-ensemble d'unités chromatiques plus ou moins prégnant selon les caractéristiques géométriques de position qui peuvent apparaître sur le sous-ensemble.

Ce regroupement se fait suivant des "lois de la couleur" (qui restent en réalité à définir... au-delà de la

^{1.-.} cf. "Couleur et aléatoire" - B. Caillaud — Ed. Paradigme — 1988.

classique "harmonie des couleurs") qui doivent être des "propositions floues" ² si elles veulent tenir compte de la perception chromatique de chacun. Ce concept se distingue donc de la notion classique de forme qui est préférentiellement établie sur le contour et/ou la trame et prend effet en image fixe.

En "animation" ou plutôt suivant un balayage associé aux possibilités de calcul de l'ordinateur, une forme chromatique n'a qu'une existence fugace, mais une suite temporelle s'impose parfois, qui mérite alors le nom de "forme chromatique temporelle" (qui se réduit en fait dans bon nombre de cas au maintien d'une simple ambiance chromatique). Cette nouvelle dimension de la forme conduit, pour des vitesses d'évolution assez lentes, à la notion d'anamorphose chromatique (anachromose) que certains programmes permettent d'observer parfaitement.

☆ COULEUR - MUSIQUE

Cette recherche, qui n'en est ici qu'à ses débuts, prétend établir des corrélations temporelles entre forme-couleur et objet sonore. Les tentatives de rapprochement entre les deux domaines de la couleur et de la musique ont une longue histoire et se sont surtout focalisées sur des relations souvent aventureuses entre fréquence de la note et longueur d'onde dominante de la couleur.

Le travail est ici tout autre : la seule règle posée est qu'un événement sonore (de paramètres modulés par l'aléatoire) ne prend naissance qu'avec une modification forme-couleur intervenant sur l'écran. On assiste alors à un dialogue fascinant, quoiqu'indéchiffrable et la machine gagne en étrangeté.

☆ TRAITEMENT PHOTOGRAPHIQUE

- première génération - modulations optiques

La distance physique existant entre l'image écranique et le support final (diapositive) permet toutes les modulations de la lumière émise par le moniteur.

Il s'agit alors, dans ce nouvel aspect de la recherche plastique, de tenter de détruire, au moins en partie, la trame devenue progressivement insupportable au peintre...

Certains traitements optiques simples, obtenus en particulier par des lentilles prismatiques, provoquent des rotations contrôlables qui, par recouvrement partiel, conduisent à des plages où les couleurs jouent en synthèse dans un équivalent de flou, de bougé, lié à l'imperfection des superpositions, et grâce auquel l'émergence partielle de la trame redonne à la surface caractère de matière...

Ce travail a été, en particulier, appliqué aux simulations faites des ALÉATOIRES : une série de 60 diapositives (ALEA. I. 1985) a été conservée de cette étude.

De façon plus générale, grâce aux diverses possibilités associées aux phénomènes classiques de l'optique géométrique (réfraction, déviation, dispersion, réflexion spéculaire, filtrages partiels et multiples) apparaissent, en anamorphoses complexes, de nouvelles images qui ne gardent plus souvenir, qu'à l'état de trace, de l'objet-image initial...

Si ces dernières ne participent plus directement du cadre de l'image numérique, bien que l'ordinateur soit à leur origine, elles impliquent une combinatoire des lumières colorées qui s'applique particulièrement bien à l'image-écran.

Sous le titre général de KALEASPACE, plusieurs séries de diapositives ont été réalisées dans cette voie, entre 1986 et 1988. Si les images mères ont été affichées en 2D, les filles ici présentes, pour un bon nombre, prennent un caractère 3D, évoquant un espace difficilement analysable, qui pose également des questions sur la construction de nos perceptions.

- seconde génération : diapolychromies

Le terme "diapolychromies" a été conçu en 1973, à l'occasion d'une exposition, pour désigner la création de diapositives par association de plusieurs positifs couleur de première génération en projection sur écran et repris en photographie. On peut agir, au niveau de chaque projecteur, par jeux de caches et de filtres. La combinatoire est immense et l'intérêt du gain en complexité l'emporte souvent sur la légère perte de définition inhérente au procédé.

L'intérêt de la méthode conduit d'abord à une diversification des images et à une restructuration chromatique dans la mesure où on travaille encore ici en synthèse additive et où l'usage de filtres revient à moduler le champ chromatique.

On assiste encore souvent ici à un abandon du plan au profit d'une simulation de la troisième dimension, par masquage relatif et estompage des couleurs, à laquelle se lie la question de l'échelle d'un pseudoespace dont la perception reste ambiguë, car la position des parties nettes et floues contredit notre mémoire de l'espace physique. Ont peut citer dans cet esprit trois séries de diapositives :

CGA Aléa III : computer-space Mix I - 1988 CGAA VII : computer-space Mix II - 1991 CGA Aléa III : computer-space Mix III - 1991

Traitement par variation de focale

Tout photographe connaît "l'effet zoom" qui, appliqué à l'image d'écran conduit, en plus d'un effet de perspective très fort, à un lissage sensible des pixels et donc à une variation de matière qui accentue l'illusion spatiale.

De nombreuses séries de diapositives ont été réalisées dans "cet esprit" et notamment "CSS-Fiction", suite consacrée au GANIL (grand accélérateur national d'ions lourds) qui sera décrite ci-dessous.

☆ ASPECTS PÉRI-SCIENTIFIQUES DU TRAVAIL

- Fausse stéréoscopie

Il ne s'agit pas ici de couples stéréoscopiques qui seraient calculés sur ordinateur, mais de couples dont les deux membres sont superposables dans leur ensemble et qui comportent seulement des variations locales limitées; comme ces couples ne présentent aucun référent, il s'agit de vision dichoptique simple qui conduit étrangement à la perception d'un espace illusoire.

Des projections peuvent être réalisées en lumière polarisée sur un support métallisé (donc non polarisant).

- Images pseudo-scientifiques

Voici, à propos de la suite "CCS-Fiction", un extrait du catalogue de l'exposition 3 : "Ces (images) ont, à l'évidence, les caractères de l'image optique puisqu'elles proviennent d'un travail photographique sur l'image numérique d'un moniteur couleur ; par ailleurs, elles possèdent certains caractères des images de simulation puisqu'elles se veulent images de collisions entre ions accélérés et cibles (comme cela a lieu à l'intérieur de l'accélérateur de particules) ; cependant, elles ne procèdent en aucun cas d'un modèle (au sens scientifique) et donc même si elles peuvent apparaître comme images issues du laboratoire, ce sont bien des simulacres (sans esprit de contrefaçon)".

Automates cellulaires

C'est la nécessité, ressentie par le créateur, d'écrire un algorithme pour produire de l'image, qui illustre le mieux le pont de continuité entre ces deux champs classiquement disjoint de l'Art et de la Science.

Plus prosaïquement, dans l'un comme dans l'autre cas, l'attitude la plus forte est bien celle du chercheurexplorateur qui met en forme des situations expérimentales pour observer leur évolution et leur passage par certains états critiques qui peuvent prendre statut de création.

En particulier, la problématique de l'ordre associé au désordre reste un des axes de la recherche scientifique contemporaine et doit donc se retrouver dans la recherche plastique.

Aux frontières entre l'ordre et le désordre, il faut citer les travaux sur le chaos et les fractales ; à propos des ruptures plus ou moins brutales d'ordre (défauts, discontinuités, dislocations...), la théorie des catastrophes ; enfin, à propos du passage entre ordre local et ordre à distance, les automates cellulaires peuvent être des modèles de simulation ; la présente recherche s'en inspire.

A partir d'un pavage de carrés identiques et connexes qui ne diffèrent que par leur couleur (suivant une distribution initiale aléatoire), l'algorithme explore les plus proches voisins d'un carré quelconque et, par les règles données à l'avance, déduit de leurs couleurs la nouvelle couleur du carré concerné.

Voici donc quelques aspects d'une démarche dont la finalité avouée est de proposer des images sans objet (nouvelles, en partie... je l'espère...) ; elle se trouve à la fois plongée dans la technique par l'utilisation du computer et dans la science par les méthodes et les concepts mis en œuvre ; elle semble donc mériter une place dans ce "technoscience art" tel que le définissait en 1986 Frank POPPER.4

^{2. -} Au sens des "ensembles flous" (A. Kaufman).

^{3. - &}quot;Sept artistes et le cyclotron" — Galerie Galéa. 1991. P. 11.

 [&]quot;Technoscience art: the next step" — Frank POPPER in: LEONARDO. Journal of the international society for the arts science and technology. Vol 20 - № 4 -1987 pp. 301-302.



L'EFFET DE SERRE ET LE RÉCHAUFFEMENT DU CLIMAT *

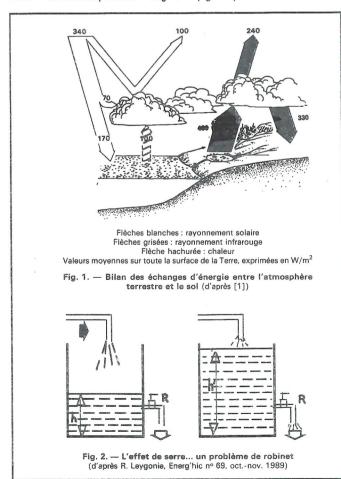
par Robert LEYGONIE * *

1. - L'EFFET DE SERRE ? CE N'EST PAS NOUVEAU!

Notre planète connaît depuis son origine un effet de serre important, sans lequel elle ne serait pas la planète "bleue", mais la "planète blanche", car sa température moyenne serait de -18° C au lieu de $+15^{\circ}$ C.

Cette température de 15° C résulte du fait que les radiations infrarouges émises par notre planète sont en quelque sorte retenues, dans leur envol vers l'espace, par certains gaz présents dans l'atmosphère : le dioxyde de carbone, le méthane, le protoxyde d'azote, l'ozone, les chlorofluorocarbures et quelques autres, sans oublier la vapeur d'eau. Hors vapeur d'eau, ces gaz ne représentent que 4/10 000 du volume de l'atmosphère (figure 1).

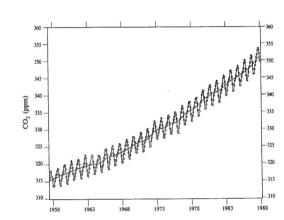
On peut ramener l'effet de serre à un problème de robinet. Si l'on veut bien assimiler la hauteur h d'eau dans le récipient à la température dans l'atmosphère, la perte de charge dans le robinet R à l'effet de serre, on voit que si l'on ferme un peu le robinet — donc la réémission — la hauteur d'eau — donc la température — augmente (figure 2).



2. - DES MONTÉES PÉRILLEUSES

Comment évoluent les concentrations de ces divers gaz ? Le diagramme classique, montré en *figure 3*, donne les concentrations de dioxyde de carbone au sommet du Mauna Loa, aux lles Hawaii, depuis 1958. On voit que ces concentrations sont passées de 315 parties par million en 1958 à plus de 350 aujourd'hui.

L'autre diagramme, présenté sur la *figure 4*, donne l'évolution des concentrations de CO₂ depuis 1750. On voit qu'avant l'ère industrielle la teneur de l'air en CO₂ se situait vers 280 ppm. Elle a donc augmenté de 25 % depuis un siècle.



L'oscillation annuelle est due principalement à l'absorption du gaz carbonique par la végétation pendant le printemps et l'été de l'hémisphère Nord

Fig. 3. — Evolution de la concentration du gaz carbonique dans l'air (exprimée en parties par million), d'après les mesures de l'Observatoire de Mauna Loa (lles Hawaii) (d'après [1])

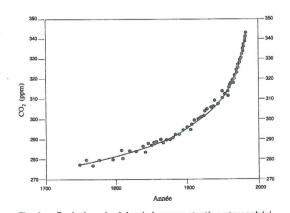


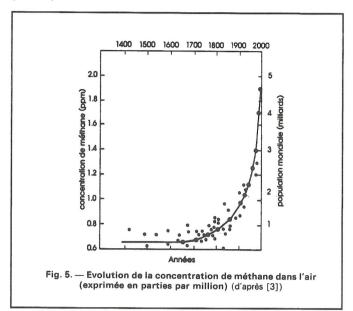
Fig. 4. — Evolution séculaire de la concentration atmosphérique du gaz carbonique, d'après l'analyse chimique des bulles d'air scellées dans les glaces arctiques et par des mesures directes pour les trente dernières années (d'après [1])

* Article paru dans la Revue Générale de Thermique nº 352, avril 1991.

^{*} Ancien élève de l'Ecole Polytechnique - Président du CITEPA (Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique), 3, rue Henri-Heine,

La *figure 5* présente une courbe analogue pour le *méthane*. La teneur de l'air en ce gaz a plus que doublé depuis deux siècles.

Encore une courbe qui monte depuis un siècle, celle du *protoxyde* d'azote N₂O, moins vite toutefois que celle des autres gaz (figure 6). Les mesures ont été faites, comme pour CH₄, dans les bulles d'air des glaciers polaires.



Et ce n'est pas tout ! La figure 7 montre les courbes croissantes de l'ozone troposphérique, conséquence de la montée de ses précurseurs, oxydes d'azote et composés organiques volatils qui contribuent donc indirectement à l'effet de serre. En fait, nous n'avons pas de courbes moyennes pour le monde et nous avons pris trois exemples parmi d'autres : deux régions du Canada et une d'Allemagne.

Quant aux chlorofluorocarbures, les *CFC* et composés analogues, ils n'existaient pas il y a 60 ans et leurs concentrations augmentaient récemment encore de 4 à 5 % par an.

Ainsi donc, tous ces gaz qui contribuent à l'effet de serre vont en croissant. Leurs contributions respectives ont été évaluées. La figure 8 illustre les contributions relatives de ces augmentations de concentrations. Le CO2 ne représente environ que la moitié du réchauffement prévu.

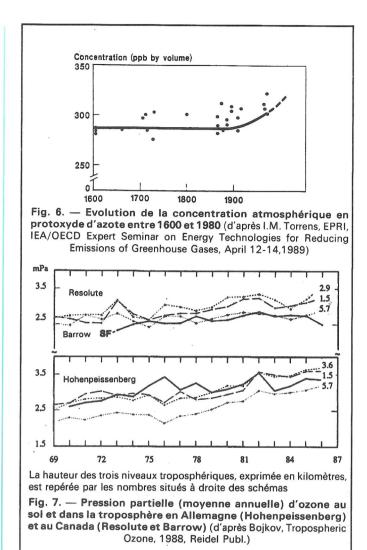
Le tableau I montre combien sont faibles les concentrations de certains gaz et aussi combien ils sont radiativement actifs.

La durée de vie de ces gaz dans l'atmosphère (en fait le temps au bout duquel 50 % du gaz à disparu) est très courte pour l'ozone, de 10 ans pour le méthane, 150 ans pour N_20 , 130 ans pour CFC 12, 65 ans pour CFC 11, entre 50 et 200 ans pour CO2.

Ajoutons que le *monoxyde de carbone*, émis surtout par les automobiles, contribue à l'accroissement du méthane car le radical OH, le véritable *éboueur* de l'atmosphère, réagit préférentiellement avec l'oxyde de carbone et néglige le méthane qui ainsi s'accumule encore plus vite.

3. - UN REGARD EN ARRIÈRE

Nous présentons maintenant un double diagramme (figure 9) établi grâce à de remarquables travaux de laboratoires français, faits à partir d'une carotte de glace de plus de 2000 m prélevée à la station soviétique de Vostock en Antarctique. L'analyse de la glace et des bulles de gaz a permis de tracer la courbe des températures et des teneurs de l'air en CO2 depuis 160 000 ans. Le parallélisme des deux courbes est frappant. Au



moment le plus froid de la dernière époque glaciaire, il y a 20 000 ans, la teneur de l'air en CO₂ était autour de 200 ppm contre 280 au siècle dernier.

En fait, la cause première, le facteur déclenchant des époques glaciaires a été la position défavorable de la terre sur son orbite, selon la théorie de Milankovitch. Mais ce facteur est faible et il a fallu une cascade d'effets induits (rétroactions positives) pour aggraver le refroidissement, dont une plus grande absorption de CO₂ par la mer. L'effet direct des variations de l'orbite terrestre serait seulement de l'ordre de 1° C.

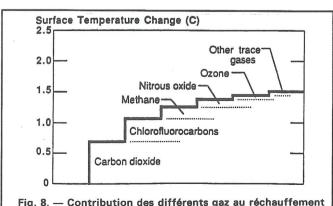


Fig. 8. — Contribution des différents gaz au réchauffement de la Terre (d'après Energy Technologies for Reducing Emissions of Greenhouse Gases, vol. 2, IEA/OECD, 1989)

Ainsi donc, si les tendances actuelles se maintiennent, les concentrations de $C\hat{O}_2$ doubleront au siècle prochain et seront bien plus élevées que celles qu'a connues l'atmosphère depuis au moins 160 000 ans. Les autres gaz battent aussi tous les records. Notons que les teneurs de l'air en méthane ont subi depuis les époques glaciaires des variations supérieures à celles de CO_2 . Et que dire des CFC !

On peut donc affirmer que l'humanité et son environnement, sont entrés dans l'inconnu. Il ne peut pas ne pas se passer quelque chose, à moins qu'un phénomène compensateur (mais lequel ?) ne vienne rétablir l'équilibre rompu.

TABLEAU I Les gaz à effet de serre				
	Concentrations dans l'air	Accroissement annuel (%)	Pouvoir radiatif $(CO_2 = 1)$	
CO ₂ CFC 11 CFC 12 CH ₄ N ₂ O O ₃	353 ppm (1989) 0,28 ppb (1985) 0,48 ppb (1985) 1,72 ppm (1985) 0,31 ppm (1985) 0,02-0,1 ppm	0,5 4 4 0,9 0,25 ? croissant	1 14 000 17 000 32 150 2 000	

Source: rapport GIEC 1990.

ppm: parties par million (en volume)

ppb: parties par milliards

4. - MODÉLISATIONS A TOUT VA! QUE SERONT LES CLIMATS FUTURS?

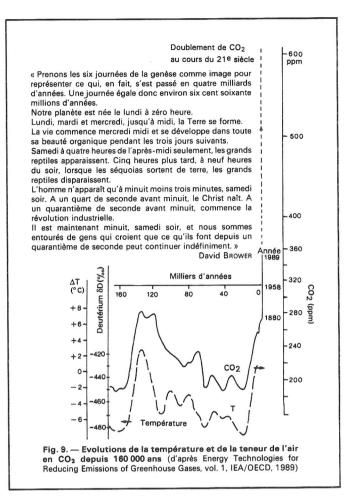
La boule de cristal des climatologues est la simulation de l'évolution des climats à l'aide de modèles mathématiques sur ordinateur. Les plus élaborés sont les modèles de circulation générale qui prennent en compte la totalité de l'atmosphère dans ses trois dimensions. Ils utilisent les plus puissants ordinateurs existants, et les données d'entrée sont nombreuses et variées : équations de la mécanique des fluides, transferts d'énergie, effets radiatifs, turbulence, nébulosité, précipitations, répartition continents - océans, quantités de gaz à effet de serre, etc...

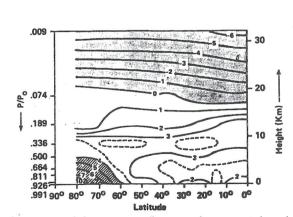
Le GIEC (Groupe Intergouvernemental sur l'Evolution des Climats), dont nous parlerons au paragraphe 8, conclut que, par rapport à l'ère pré-industrielle, les accroissements de température seront :

- en 2020, de 1,8° C, avec une fourchette de 1,3 à 2,5 ° C ;
- en 2070, de 3,5° C, avec une fourchette de 2,4 à 5,1° C.

L'évaporation augmentera de 3 % en 2020 et de 7 % en 2070. L'accroissement de température sera faible à l'équateur, mais pourrait dépasser 6 à 8° C dans la zone polaire arctique. Il affectera plus les températures d'hiver que celles d'été. Le réchauffement sera plus marqué sur les continents que sur les océans.

Le diagramme de la *figure 10*, donné à titre d'exemple des résultats des modèles, montre bien le réchauffement aux hautes latitudes et un refroidissement de la stratosphère dont les conséquences climatiques





Les zones ombrées montrent, d'une part, les augmentations de température plus importantes aux latitudes élevées et, d'autre part, le refroidissement dans la stratosphère, corrélatif du réchauffement troposphérique

Fig. 10. — Résultats d'une simulation des modifications de température (en °C) en fonction de la latitude telles qu'elles résulteraient du doublement de la concentration du CO₂ dans l'atmosphère (d'après Manabe et Watherald, 1975)

possibles sont encore mal connues. Enfin, les extrêmes climatiques (vents, sécheresses, etc...) pourraient devenir plus fréquents.

Toutefois, les modèles ne permettent pas encore de prévoir de manière fiable les phénomènes climatiques à l'échelle d'une région.

Une température plus élevée signifie plus d'évaporation d'eau et des précipitations plus intenses, mais il semble que les latitudes moyennes pourraient être plus sèches, et il y a beaucoup à craindre pour le bassin méditerranéen. Les anticyclones subtropicaux, celui des Acores en particulier. pourraient migrer vers le Nord.

Selon des conclusions du GIEC, le niveau de la mer augmentera de 20 cm (fourchette 10 à 32 cm) en 2030 ; de 45 cm en 2070 (33 à 75 cm). En revanche, une fusion importante des glaces du Groenland et de l'Antarctique est improbable avant plusieurs siècles.

5. - QUE VALENT LES MODÈLES ?

A vrai dire, l'effet direct d'une agmentation des gaz à effet de serre équivalant à un doublement de CO2 (600 ppm) n'entraînerait qu'un réchauffement de 1,2° C en l'absence de tout autre ajustement de l'atmosphère et de la surface de la terre. Mais un réchauffement supplémentaire sera dû à ce que l'on appelle des boucles de rétroaction positives. Citons-en deux qui sont certaines :

- diminution des étendues glacées, donc albédo (¹) plus faible, et une plus grande proportion du rayonnement solaire sera absorbée par les sols et les eaux :
- accroissement de la teneur de l'air en vapeur d'eau : or, celle-ci apporte elle-même la plus importante contribution à l'effet de serre de l'atmosphère actuelle.

D'autres sont plus complexes, par exemple, à peu près la moitié du CO2 produit par les activités humaines est absorbé par les océans. Ce phénomène va-t-il se poursuivre? Rien n'est moins sûr, pour les raisons sui-

- le réchauffement de l'océan superficiel défavorisera la dissolution de CO2; de plus, la baisse du différentiel de température entre hautes et basses latitudes pourrait ralentir la circulation des eaux marines qui s'enfoncent dans les régions polaires très froides, entraînant avec elles le CO2, et resurgissent quelques siècles après dans les zones dites d'upwelling (2). essentiellement en zones tropicales; ce ralentissement diminuera la richesse de la mer en plancton fixateur de carbone : on pourrait assister à une sorte de saturation du milieu marin qui provoquerait une accumulation plus rapide du CO2 dans l'atmosphère ;
- les terres boréales, Sibérie, Canada, contiennent dans leur sol des quantités gigantesques de carbone ; leur réchauffement pourrait entraîner des émissions importantes de gaz carbonique et de méthane.
- l'accroissement de l'évaporation devrait entraîner une plus grande nébulosité; et c'est là une inconnue majeure, mal prise en compte par les modèles actuels; les nuages bas, fortement diffuseurs pour le rayonnement solaire mais de température proche de celle de la surface, jouent un rôle de rétroaction négative (c'est-à-dire s'opposant à l'accroissement de l'effet de serre) ; par contre, les nuages à haute altitude, translucides et froids, absorbent le rayonnement infra-rouge de la terre et ajoutent à l'effet de serre ; le bilan de ces deux effets, diffusion du rayonnement solaire et absorption du rayonnement tellurique, est certainement négatif, ce qui signifie que les nuages ont globalement pour effet de refroidir la planète en l'état actuel du climat ; mais de là à prévoir dans quel sens évoluerait ce phénomène avec l'augmentation de l'effet de serre, il y a un grand pas qui n'a pas encore été franchi;
- une autre rétroaction négative pourrait être une pousse plus rapide des plantes terrestres, celles dites à chlorophylle C3, mais le facteur limitatif sera sans nul doute les oligo-éléments ; ajoutons que ces concentra-

tions plus élevées en CO² rendent les plantes moins exigeantes en eau : la figure 11 montre l'augmentation prévue des rendements de 9 plus importantes récoltes, causée par le doublement de la concentration en dioxyde de carbone :

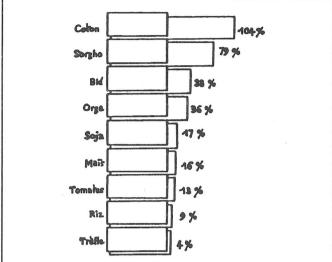
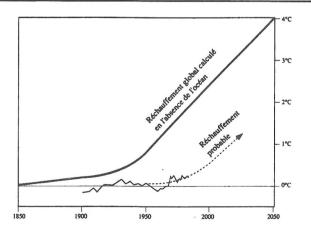


Fig. 11. — Augmentation prévue des rendements de neuf des plus importantes cultures, résultant du doublement de la concentration en dioxyde de carbone de l'air (d'après [7])

 les divers modèles ne considèrent que la composante rapide de l'évolution climatique ; les océans et les glaces présentent une inertie thermique importante qui peut retarder de plusieurs décennies, voire de plusieurs siècles, les conséquences attendues ; la figure 12 donne une idée du retard créé par le milieu marin.



En trait fin, moyenne globale de la température de l'air observée à la surface de la Terre

Fig. 12. — Réchauffement moyen de l'atmosphère calculé en tenant compte de l'effet de serre pour l'atmosphère seulement (trait plein) et estimé en tenant compte du réchauffement lent de l'océan (tiretés). Le retard de la seconde courbe par rapport à la première n'est pas connu précisément (d'après [1])

N'y a t-il donc pas des rétroactions négatives qui pourraient amoindrir l'effet de serre ? Certains ont suggéré un empoussièrement croissant de l'atmosphère qui serait dû à l'activité humaine, mais nous ne connaissons aucune étude sur ce sujet.

En conclusion, il faudra encore bien des efforts pour avoir des modèles fiables ou, du moins, plus fiables. En attendant, certains détracteurs de ces méthodes insistent sur leurs défauts au point de les considérer comme sans valeur et, du même coup, de nier le risque d'aggravation de l'effet de serre. L'un d'eux affirme même que la planète bénéficie d'un système d'autoréqu-

fération de plancton et autres organismes marins. Le cas le plus connu est la côte péruvienne où abondent les anchois.

⁽¹⁾ Albédo : fraction de l'énergie du rayonnement incident qui se trouve réfléchie ou diffusée par un corps (exprimée en centièmes) :

— corps noir mat : 0

neige fraîche 90.

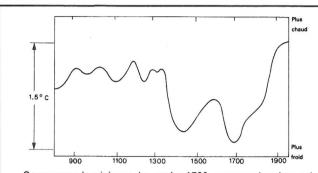
Ces remontées d'eau polaire se produisent en zones tropicales ou subtropicales à l'ouest des continents. Elles sont chargées de nutriments qui entraînent une proli-

lation qui nous évitera tout ennui. Cet émule de Bernardin de Saint-Pierre n'explique pas pourquoi cette autorégulation n'a pas fonctionné pour éviter les époques glaciaires!

Il est bien vrai que notre planète rétablira l'équilibre, mais au bout de quelques milliers d'années, alors que les transformations apportées par l'homme se déroulent sur deux ou trois siècles. Encore faudrait-il que le système régulateur ne soit pas déréglé par l'action de l'homme!

6. - VERS LE PARADIS... OU L'ENFER ?

Deux ou trois degrès de plus, est-ce vraiment insupportable ? Trois ou quatre dégrés, c'est plus que les températures qu'ont connues l'homme et son environnement vivant depuis 3 millions d'années.



On remarque le minimum des années 1700, correspondant à ce qui a été appelé *le petit âge glaciaire*. Fragilité de la vie sur notre globe : une amplitude de 1,5 °C seulement est suffisante pour provoquer des désastres, et que sont un ou deux degrés par rapport aux dimensions cosmiques!

Fig. 13. — Courbe des fluctuations climatiques survenues au cours du dernier millénaire

Le petit âge glaciaire qui, au 18° siècle, fut à l'origine de froids rigoureux et de mauvaises récoltes, a eu pour origine une baisse de 1 à 1,5° C des températures moyennes en Europe et en Amérique du Nord (figure 13). Il y a 6 000 ans, un optimum climatique, qui permit à l'homme de créer l'agriculture et l'élevage, a vu le Sahara et le Moyen-Orient se couvrir de végétation et de lacs.

Mais le principal problème pourrait bien être la vitesse même du réchauffement. Aux époques géologiques, les gels et dégels n'ont pas dépassé 0,01 à 0,02 degrés par décennie. Or nous risquons de connaître des variations 20 à 40 fois plus rapides. Selon des experts, certains végétaux, les arbres surtout, ne pourront pas migrer assez vite avec un tel réchauffement : une nouvelle cause de dépérissement des forêts ?

Des changements de température et surtout de pluviosité, même modestes, peuvent gravement affecter les zones peuplées où les conditions sont déjà limite pour l'agriculture, le bassin méditerranéen par exemple. Le risque de famine sera accru.

7. - ALORS, QUE FAIRE?

Comment réduire les émissions des gaz à effet de serre ? Le sort des *CFC* semble réglé. Il reste à espérer que les produits qui les remplaceront seront moins *radiativement actifs* ou, du moins, que leur courte durée de vie évitera leur accumulation.

Du côté *méthane*,il faudra chasser les fuites de gaz naturel, ne pas gaspiller des gaz d'extraction du pétrole, collecter le méthane des décharges de déchets urbains, développer la culture sèche du riz, etc... Mais que faire contre les émissions de méthane dues aux ruminants ?

On abaissera les émissions de *protoxyde d'azote* en économisant les engrais azotés et en limitant, par des moyens encore à trouver, les émissions dues aux combustions.

Mais l'effort principal est à faire sur les émissions de *dioxyde de carbone*. On estime aujourd'hui à 5,5 milliards de tonnes par an les émissions dues aux combustibles fossiles, exprimées en carbone, et il faut ajouter de l'ordre de 1 à 2 milliards de tonnes d'émissions dues aux déforestations tropicales. Le *tableau II* illustre ce fait inquiétant.

Un long développement serait nécessaire pour décrire les actions possi-

bles contre CO₂, y compris la recherche nécessaire. Les principles actions peuvent être résumées comme suit :

- économiser l'énergie fossile de façon draconnienne ;
- préférer le gaz naturel aux autres combustibles fossiles car, à énergie égale, il émet moins de CO₂ comme le montre le *tableau III*;

TABLEAU II

Estimation des quantités de carbone (en millions de tonnes) émis dans l'atmosphère du fait du déboisement et du fait des combustibles fossiles dans un choix de pays tropicaux

Pays	Déboisement (1)	Combustibles fossiles (2)	Total	
	1980	1987		
Brésil	336	53	389	
Indonésie	192	28	220	
Colombie	123	14	137	
Thaïlande	95	16	111	
Côte-d'Ivoire	101	1	102	
Laos	85	<1	85	
Nigeria	60	9	69	
Philippines	57	10	67	
Malaisie	50	11	61	
Birmanie	51	2	53	
Autres pays (3)	509	181	690	
TOTAL	1 659	325	1 984	

(1) 1980. (2) 1987. (3) 65 pays.

Source: R.A. Houghton et al., « The Flux of Carbon from Terrestrial Ecosystems to the Atmosphere in 1980 Due to Changes in Land Uses: Geographic Distribution of the Global Flux », Tellus, février-avril 1987; et aussi Gregg Marland, Oak Ridge National Laboratory, communication privée du 6 juillet 1989.

TABLEAU III Dioxyde de carbone émis, à énergie égale, par les différents combustibles		
	Facteurs d'émission moyens (kg CO ₂ /MJ)	
Charbon Pétrole Gaz naturel	87 72 50	

- recourir aux énergies n'émettant pas de CO₂, hydraulique et nucléaire, en tenant compte de façon réaliste des limitations de ces énergies;
- recourir aux énergies renouvelables chaque fois que c'est économiquement acceptable ; rechercher des sources d'énergie géothermique ;
- arrêter la déforestation et replanter des arbres, même en zones tempérées ; développer les combustibles d'origine végétale.

8. - LES RECHERCHES AU NIVEAU MONDIAL. LES ACTIONS POLITIQUES.

Le problème de l'effet de serre a connu une véritable explosion médiatique à la fin de 1988 mais, heureusement les scientifiques étaient à l'ou vrage depuis longtemps et les politiques aussi. Ainsi la Conférence de Toronto, en juin 1988, avait recommandé une baisse des émissions de CO₂ de 20 % entre 1988 et 2005: Plusieurs conférences scientifiques avaient eu lieu entre 1985 et 1988.

Aujourd'hui, deux grands programmes mondiaux de recherche sont en cours :

 le PMRC (Programme Mondial de Recherche sur le Climat), dirigé par le Professeur Pierre MOREL, un français ; il vise la prévision des variations climatiques et de l'effet des activités humaines sur le climat ; il comporte quatre sous-programmes, dont deux sont consacrés aux océans ; le PMRC est sous l'égide de l'organisation Météorologique Mondiale et du Conseil international des Unions Scientifiques ;

— il y a aussi le *Programme International Géosphère-Biosphère (IGBP)*; il vise l'étude des interactions des activités humaines avec la biosphère; il concerne plusieurs milliers de chercheurs réunis sous l'égide du Conseil international des Unions Scientifiques.

Il va sans dire que des équipes françaises participent largement à ces programmes.

En 1987, l'Organisation Météorologique Mondiale et le Programme des Nations Unies pour l'Environnement ont créé le GIEC (Groupe Intergouvernemental sur l'Evolution des Climats) (en anglais IPCC : International Panel on Climate Change).

Il comprend trois groupes de travail:

- évaluation scientifique de l'effet de serre ;
- impacts environnementaux et socio-économiques ;
- stratégies possibles de réponse.

Des rapports ont été présentés à la seconde conférence sur le climat, en novembre 1990, à Genève. L'objectif est une Convention Mondiale qui serait discutée, et peut-être approuvée, lors d'une Conférence Mondiale des Nations Unies au Brésil en 1992.

Nous avons donné précédemment les conclusions chiffrées du GIEC, qui a réuni à peu près tous les scientifiques compétents en ce domaine.

Pour limiter l'accroissement de l'effet de serre, l'abandon des Chlorofluorocarbures dans le cadre des conventions et protocoles existants sur la couche d'ozone sera très efficace, y compris celui de certains substituts. Quant au gaz carbonique et au protoxyde d'azote, leurs émissions devront être réduites d'au moins 60 % selon de GIEC. En revanche, 15 à 20 % suffiraient pour le méthane en raison de sa faible durée de vie.

L'effet de serre est une préoccupation majeure de la Communauté européenne, comme l'expriment la résolution du 21 juin 1989 et les programmes de recherche EPOCH et SAVE, ce dernier sur les économies d'énergie (cf. La politique de la Commission des Communautés Européennes en matière de pollution atmosphérique, par J.-G. BARTAIRE, RGT n° 347, novembre 1990, p. 619-627).

En France, outre des participations actives aux programmes internationaux, le gouvernement a créé un *Groupe Interministériel sur l'effet de serre*, dirigé par M. Yves MARTIN, Ingénieur Général des Mines. Le rôle de l'Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie est amplifié. Ce sera bientôt celui de l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie.

Au niveau européen, on s'oriente vers une stabilisation prochaine des émissions de CO_2 en 2000 au niveau de 1990 et une baisse de 20 % en 2005. Un moyen sérieusement envisagé est une forte taxation du carbone fossile, de façon à rendre rentables des économies d'énergie draconniennes et les énergies non ou peu émettrices de CO_2 .

9. - VERS UNE CONVENTION MONDIALE?

Des projets de convention mondiale s'élaborent en vue de la Conférence Mondiale de 1992 au Brésil. Il est trop tôt pour en fixer les grandes lignes mais les formidables écarts entre les émissions de CO₂ des divers pays rendent l'entreprise extrêmement difficile, comme illustré dans le tableau *IV*.

Aujourd'hui, le quart développé de la population mondiale est responsable des trois quarts des émissions de gaz à effet de serre.

Réduire de 60 % les émissions actuelles de 5,5 Gt (1 gigatonne = 1 milliard de tonnes) pour 5 milliards d'habitants veut dire qu'il ne faudra plus émettre que 2,8 Gt au siècle prochain soit, pour 8 milliards d'habitants, pas plus de 0,28 t de carbone par habitant (déforestation non comprise).

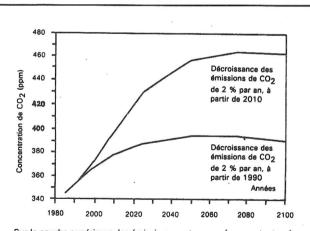
TABLEAU IV Emissions de dioxyde de carbone par pays (exprimées en tonnes de carbone par habitant et par an)				
CEE	2,28			
Portugal	0,90			
Espagne	1,34			
Grèce	1,75			
Italie	1,79			
France	1,82			
Irlande	2,10			
Belgique	2,84			
Royaume-Uni	2,95			
Pays-Bas	3,01			
Danemark	3,04			
RFA	3,19			
Luxembourg	6,83			
USA	5,2			
Japon	2,1			
Pays de l'Est	3,2			
Pays en voie de développement	0,4			
Moyenne mondiale	1,1			

10. - CONCLUSION

Il apparait que le réchauffement des climats au 21° siècle est une éventualité extrêmement probable et que les conséquences encore mal connues, seront en majorité négatives pour nos sociétés.

Même si l'on arrive, au moins en partie, à limiter les conséquences, nous devrons accepter une dramatique évolution de nos modes de vie.

Certains hésitent à franchir le pas. Ainsi les Etats-Unis affirment qu'il faut attendre toutes les preuves scientifiques avant de renoncer à l'American way of life. De nombreux scientifiques affirment au contraire qu'il faut sans délai mettre en œuvre les moyens les plus énergiques : ils ont convaincu de cela de nombreux gouvernements européens et la Communauté européenne.



Sur la courbe supérieure, les émissions sont supposées constantes de 1990 à 2010

Fig. 14. — Une diminution de 2 % des rejets de dioxyde de carbone permet d'en stabiliser la teneur atmosphérique vers le milieu du siècle prochain, à des niveaux variant significativement selon l'année d'origine (source : GIEC)

La figure 14, publiée par le GIEC et commentée par Cedric PHILIBERT (2), montre l'intérêt qu'il y a à commencer sans attendre les réductions d'émissions de CO₂.

Pessimistes et optimistes devraient au moins se mettre d'accord sur un point : il faut tout de suite entreprendre une politique vigoureuse de maîtrise de l'énergie, ce qui, en plus d'aider à limiter l'effet de serre, permettra de réduire les pollutions et de rendre les Occidentaux moins dépendants de l'extérieur pour leur énergie.

On peut dire aussi que dépenser aujourd'hui contre un effet de serre pas tout à fait certain, c'est souscrire une assurance. Chacun à une assurance contre l'incendie et ne va pas se plaindre si sa maison n'a pas brûlé après 20 ou 30 ans!

Ou encore, on peut voir dans l'effort contre l'effet de serre une version profane du fameux « Pari de Pascal » !

REMERCIEMENTS

Pour rédiger cet article, nous avons consulté de nombreuses sources et, en particulier, le livre de Jean-Claude DUPLESSY et Pierre MOREL « Gros temps sur la Planète » (éditions Odile Jacob). Les figures 1, 3, 4 et 12 en sont extraites.

Nous avons également bénéficié de remarques de M. MOREL sur la rédaction de cet article, ce dont nous le remercions vivement.

BIBLIOGRAPHIE

La littérature sur le sujet « Effet de serre » est foisonnante. Nous nous limiterons à quelques ouvrages essentiels en français.

- DUPLESSIS (J.-C.) et MOREL (P.). Gros temps sur la Planète. Editions Odile Jacob, 1990.
- (2) PHILIBERT (C.). La Terre brûle-t-elle ? L'effet de serre et le réchauffement de la Planète. Calmann-Lévy éd.
- (3). MEGIE (G.). Ozone, l'équilibre rompu. Presses du CNRS (Le Livre contient un chapitre sur l'effet de serre).

- (4) Rapport du Groupe Interministériel sur l'effet de serre. Premier Ministre, le Ministre délégué à l'environnement et à la prévention des risques technologiques naturels majeurs (avec annexes à part), novembre 1990.
- (5) KANDEL (R.). Le dernier des climats. Collection « Questions de Science », Hachette éd., 1990.
- (6) L'effet de serre et ses conséquences climatiques. Evaluation scientifique. Académie des Sciences, 23 octobre 1990.

Articles

Rares sont les articles qui présentent une vue d'ensemble du phénomène. En voici une courte liste, nullement exhaustive.

- (7) Le réchauffement de la Planète. Futuribles, février 1988, p. 45-53.
- (8) Le gaz carbonique et l'atmosphère. La Recherche, nº 189, juin 1987,
- (9) Sauver la Planète. Science et Avenir, mai 1989.
- (10) Gérer la Planète. Pour la Science, nº 145, novembre 1989.
- (11) Précieuse Planète. Numéro hors série de Science et Avenir, juin-juillet-août 1990, article de Robert Kandel La Planète surchauffée

Autres articles très intéressants sur les grands problèmes mondiaux d'environnement.

- (12) La prévision du temps et des climats. La Recherche METEO, supplément au n° 201 de la Recherche, article de Jean-Francois Royer Le climat du 21º siècle.
- (13) Etat des connaissances actuelles sur les effets du gaz carbonique sur le climat, par S. Midot. Pollution Atmosphérique, nº 115, juillet-septembre 1987.
- (14) Effet de serre, conséquences, par R. Leygonie. Pétrole et Techniques, N° 349, juin-juillet 1989.
- (15) La Terre se réchauffe, par P. Jones et T. Wigley. Pour la Science, nº 156, octobre

Voir aussi Le réchauffement de la Terre, par R. Hougton et G. Woodwell. Pour la Science, juin 1989.

Ribliographie

LA TERRE EST-ELLE EN EXPANSION?

Le 107° congrès de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences (AFAS) qui s'est tenu à Orléans en novembre 1989 avait pour thème :

"La tectonique des plaques et l'expansion de la Terre"

Placé sous le haut patronage de M. Hubert Curien, Ministre de la Recherche et de la Technologie, et sous la présidence de M. Yves Coppens, le congrès a permis de faire le point sur un certain nombre de questions grâce aux communications de nombreux spécialistes venus d'horizons divers : géologie, géophysique, géodynamique, astronomie, paléontologie, etc...

L'AFAS, fondée en 1872 par Claude Bernard, dans le but de développer la diffusion des connaissances scientifiques, notamment dans les domaines où différentes disciplines peuvent conjuguer leurs efforts, regroupe des scientifiques éminents de diverses disciplines.

Le prochain congrès aura lieu au Conservatoire des Arts et Métiers, à Paris, du 21 au 23 novembre 1991 ; il aura pour sujet : "Une brève histoire de la vie".

LA MOBILITÉ DES CONTINENTS

La tectonique des plaques et l'expansion de la Terre 1 vol. 20 x 14,5cm - 192 pages (58 F) "SCIENCES" éd. AFAS, Cité des Sciences, 75930 Paris Cedex 19

Au début du siècle Wegener eut l'idée de la mobilité des continents. Beaucoup plus tard cette idée fut reprise. La théorie de la "Tectonique des plaques" a éclairé d'une même lumière la répartition des séismes et des volcans, la genèse des montagnes, la paléogéographie...

Mais certains scientifiques ne trouvent pas dans la Tectonique des plaques l'explication globale satisfaisante que la plupart y voient. Pour eux, en effet, le mobilisme continental est lié à une augmentation du diamètre de la Terre.

Cette théorie de l'Expansion de la Terre, apparue au XIX^e siècle connut un renouveau dans les années 30 et elle a toujours des adeptes. Elle séduit en particulier certains paléontologistes et certains géophysiciens qui trouvent là un outil conceptuel plus fécond que celui de la Tectonique des plaques.

L'AFAS a donc donné la parole aux chercheurs des différentes disciplines dans le but d'éclairer le débat. C'est ce débat qui est présenté dans le volume publié par l'AFAS, mettant face à face les tenants de ces deux visions de la Terre fort différentes, l'une étant largement majoritaire, l'autre ardemment défendue.

LE MIRAGE ET LA NÉCESSITÉ

Textes de Michel HULIN

La nécessité d'une formation accrue pour une population importante d'individus, alors même que les connaissances scientifiques font d'immenses progrès, amène une interrogation sur le problème de la diffusion de la connaissance scientifique.

Dans cet ouvrage sont rassemblés et présentés un ensemble important de textes, en partie inédits, écrits entre 1969 et 1988 et concernant la formation scientifique. L'accent est mis plus particulièrement sur le cas de la physique (contributions aux travaux de la Commission Lagarrigue, bilan objectif de la réforme, réflexions et thèses sur l'enseignement de la physique, problèmes de la vulgarisation scientifique, Palais de la Découverte et muséologie des sciences).

L'idée d'une connaissance scientifique très large, diffusée dans le public apparaît dès lors comme un mirage et Michel Hulin en vient à "poser au fond le problème de l'ignorance" en insistant sur le rôle de la philosophie et sur l'importance de la notion d'"épistémologie sociale".

Michel HULIN (1936-1988), ancien élève de l'Ecole normale supérieure, professeur à l'Université Pierre et Marie Curie (Paris VI), s'est particulièrement intéressé aux problèmes de l'enseignement au sein de la Société Française de Physique et a participé activement aux travaux de la commission Lagarrique. Spécialiste de physique des solides, auteur de nombreux ouvrages d'enseignement supérieur du premier cycle, il s'est tourné vers la didactique de la physique et la vulgarisation scientifique. Il a assumé la direction du Palais de la Découverte de 1983 à 1988.

Rappelons que Michel Hulin a été l'un des membres fondateurs de l'ADASTA

L'ouvrage est édité par les Presses de l'Ecole Normale Supérieure et le Palais de la Découverte. Les commandes sont à adresser au Palais de la Découverte, avenue Franklin-Roosevelt, 75008 Paris (prix de souscription : 170 F jusqu'au 1er avril 1992 + 15 F de port).

LA CRISE DU MONT UNZEN (Ile de Kyushu, Japon)*

Jérôme Lecointre Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand

Une fois de plus, les volcans asiatiques se retrouvent sous le feu tragique de l'actualité. Avec le peu de recul dont nous disposons sur le déroulement de ces événements, nous vous proposons cet article d'information générale, faisant le point "à chaud" de la situation, suite au réveil du volcan japonais.

I. - PRÉSENTATION DU MASSIF VOLCANIQUE

Le Mont Unzen est situé dans la péninsule du Shimabara (côte N de l'île de Kyushu, sud du Japon), par 32°45 de latitude N et 130°18 de longitude E (fig 1). Il culmine actuellement au niveau du sommet de l'Hugen-dake, à près de 1360 m d'altitude. Ce massif composite regroupe trois volcans distincts, sur une surface d'environ 20 km de diamètre : le Kinugasa, le Kusenbu et le Mont Hugen (fig. 2).

CORES DU MORD POR JAPON
CORES DU MORD POR JAPON
CORES DU SUD JAPON
CORES DU MORD
CORES D

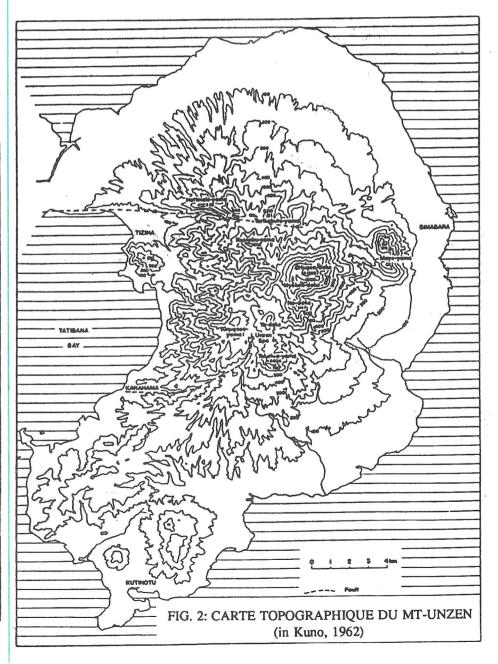
FIG. 1 : Carte de localisation du Mont-Unzen (Infographie "La Montagne").

L'ensemble s'identifie à un vaste cône, dont la structure complexe associe de nombreux dômes centraux sur une base formée essentiellement de matériaux pyroclastiques (fig. 3). Le substratum du massif, bien reconnaissable au sud et à l'ouest de la presqu'île, comprend des sédiments tertiaires (Pliocène?) et des roches volcaniques (andésites à augite et hypersthène, coulées et tufs basaltiques à olivine).

Trois phases principales d'activité peuvent être mises en évidence sur le massif de l'Unzen, chacune d'entre elles correspondant à la formation de l'un des trois volcans mentionnés ci-dessus.

Phase 1 : édification du Kinugasa (centre sud du massif).

- émission explosive de tufs et brèches (andésite à hypersthènes/hornblende);
- extrusion de la lave de même composition : naissance de 3 dômes dont celui du *Kinugasa-yama (860 m)* ;
- fissuration radiale du volcan, extrusion de petits dômes puis explosions au nord et au sud de l'édifice : dépressions dans le secteur d'*Unzen Spa* (solfatares).
- * Cet article paraît également dans le Bulletin de la Section de Volcanologie de la Société Géologique de France.



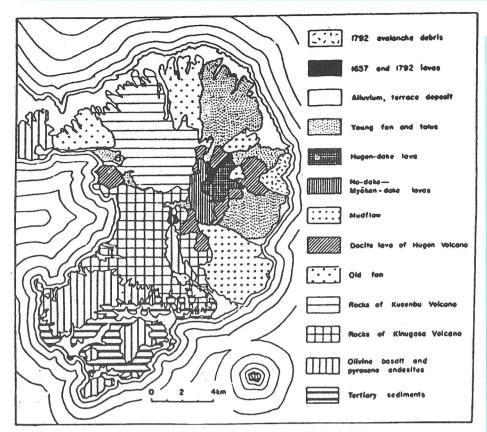


FIG. 3: CARTES GÉOLOGIQUE DU MONT-UNZEN (in Kuno, 1962).

Phase 2 : édification du Kusenbu (centre nord du massif)

- production d'un gros volume de tufs et de brèches pyroclastiques (andésite à hornblende);
- Naissance de 3 petits dômes sur ligne de fracture est/ouest (lave à biotite).

L'intermède qui suit cette phase d'activité se caractérise par une intense fracturation des édifices volcaniques. Le *Kinugasa* est recoupé par un grand accident courbe, ouvert vers le nord-ouest, entre *Kanahama* et *Unzen Spa*. Le *Kusenbu* présente une dislocation majeure est-ouest, "Tiziha fault". De façon quasi symétrique, le flanc oriental du massif est lui aussi découpé par une grande fracture convexe. Ainsi, le centre du complexe volcanique se trouve-t-il isolé et rehaussé entre deux dépressions ouvertes sur la mer. A l'ouest, le secteur affaissé débouche sur *Tatibana Bay*, tandis que la zone située à l'est sera comblée par les laves issues du *Mont Hugen* (fig. 4).

Phase 3 : édification du Mont Hugen (partie est du massif)

- formation de 5 dômes (dacite à biotite), dont celui du *Mayu-yama* (819 m) ;
- explosion sommitale avec création d'une dépression ouverte à l'est;
- intrusion d'un nouveau dôme de lave dans cette dépression de l'*Hugen-dake* (petit cratère) et production de lave (andésite à biotite/horn-blende).

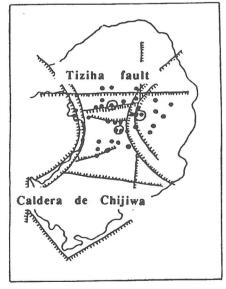


FIG. 4 : ESQUISSE STRUCTURALE DE MONT-UNZEN Fractures majeurs et évents (points) - (d'après Homma, 1936).

II. - ACTIVITÉ HISTORIQUE

Les témoignages concernant l'activité historique du Mont Unzen sont relativement rares. Les manifestations reportées font état d'émissions de laves (1657, 1792) et de dégagements de fumées (1663, 1690-92). Seule, la crise éruptive de 1792 a fait l'objet d'études approfondies (cf bibliographie).

Eruption de 1657:

 extrusion de lave à partir d'un évent situé à 700 m au NNE de l'Hugen-dake;

- coulée très visqueuse sur 1,2 km de distance :
 - volume produit faible: 0,0085 km3.

Eruption de 1791-92

A. - Les faits :

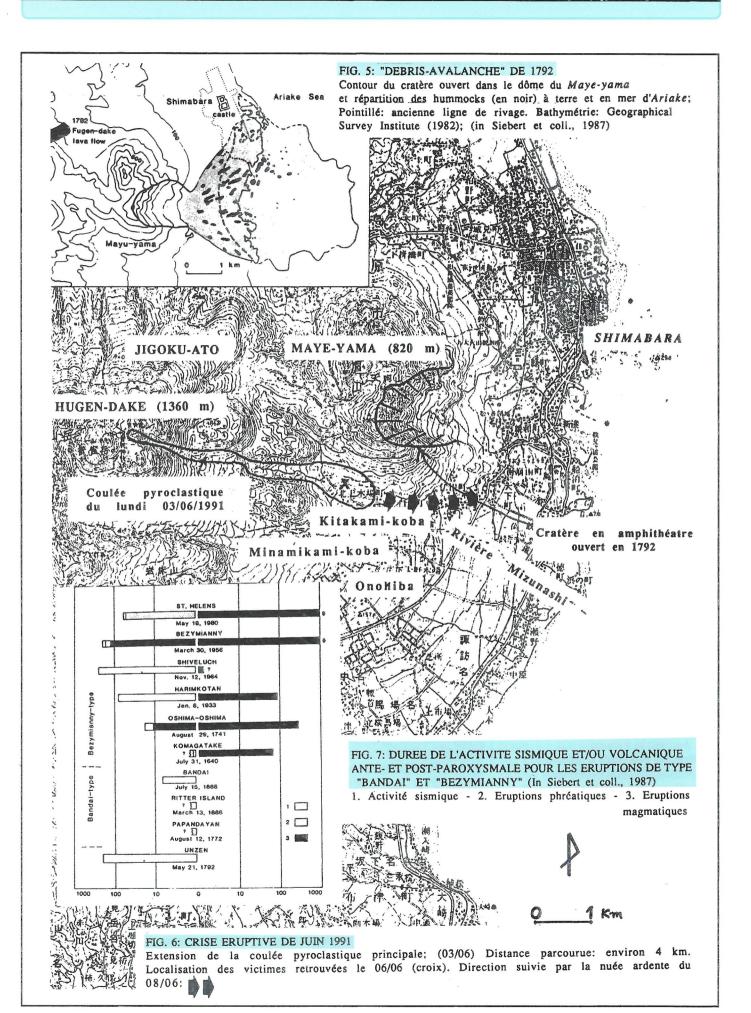
- tremblements de terre, détonations, grondements, avalanche (13/11) ;
- fragments de roche expulsés au sommet de l'*Hugen-dake* (10/02) :
- arrêt de l'éruption au sommet et extrusion de lave sur évent situé à 1 km NNE du sommet (01/03);
- écoulement sur 3 km de distance volume émis : 0,11 km3 - glissements de terrain et explosions de vapeur (05/03);
- 300 secousses enregistrées l'une détruit des habitations à *Shimabara* — chutes de pierres au *Mayu-yama* — nuages de cendres (21/04);
- glissement lent du dôme de lave sur 200 m vers l'est (19/05);
- deux secousses sismiques sont ressenties sur le flanc est du *Mayu-yama* le flanc oriental s'effondre : avalanche (0,34 km3) dévastant les quartiers sud de *Shimabara* —tsunami déclenché sur côtes voisines et dans la mer d'*Ariake* : 14524 victimes (21/05).

B. - L'interprétation :

La cause de cette avalanche (la plus importante catastrophe d'origine volcanique connue par le Japon) resta longtemps sujette à discussion. Pour Omori (1907), c'est une explosion du Mayu-yama qui en serait la source. Au contraire, Homma (1936) privilégie une déstabilisation du dôme satellite par une violente secousse sismique. Katayama (1974) confirme l'absence d'explosion au niveau du Mayu-yama. Ota (1973), quant à lui, souligne le mécanisme probable ayant favorisé la déstabilisation du dôme. Il note la saturation de l'édifice par les fluides hydrothermaux, précédant la montée du magma le long d'un plan incliné passant par la caldera de Chijiwa et se prolongeant vers l'ouest. Les séismes superficiels, migrant progressivement vers l'est, auraient cessé au moment de la rupture et de grosses quantités d'eaux chaudes se seraient échappées de l'escarpement.

Siebert et coll. (1987) apportent d'autres informations sur le déroulement des événements. L'avalanche de débris issue du *Mayu-yama* a parcouru une distance de 6,5 km et a recouvert une surface de près de 15 km2. 80 % du volume des dépôts se retrouvent en mer, et de nombreux "hummocks" ont donné naissance à un ensemble d'îles, au large de Shimabara. Une bande de terre nouvelle, large d'environ 1 km, s'est ainsi créée le long de l'ancienne ligne de rivage (fig 6.

Il y a quelques années encore, la majeure partie des victimes recensées lors de la catastrophe était attribuée à l'avalanche de débris issue du *Mayu-yama*



(Kuno, 1962; Blong 1984). Mais pour Siebert et coll. (1987), c'est bien le tsunami déclenché dans la mer d'*Ariake* qui serait directement responsable des plus grosses pertes en vies humaines (9528 morts sur la zone de Shimabara et 4996 dans les deux provinces voisines). La modélisation entreprise par Aida (1974) fait état d'une vague de 20 m de hauteur, se déplaçant à la vitesse de 40 km/h: peu de chances d'échapper au fléau pour les populations exposées dans les zones cotières de la péninsule...

Les reconnaissances bathymétriques effectuées vers le nord de *Shimabara* mettent en évidence d'autres dépôts corrélables à d'anciens événements de type "débris-avalanches" (Siebert et coll., 1987). Ce type d'activité semble donc concerner la plupart des dômes de lave visqueuse disséminés sur le complexe volcanique du *Mt-Unzen*. L'absence d'émission de matériaux juvénils et d'explosions phréatiques au *Mayu-yama*, lors de la catastrophe de 1792, fait de cet événement une crise volcanique originale, que l'on peut ainsi distinguer des éruptions de type "Bézymianny" ou "Bandaï" (fig. 5).

C. - Pétrographie et pétrologie des matériaux.

La plupart des échantillons de laves émises renferme de gros phénocristaux de plagioclase et de petits phénocristaux de hornblende noire et/ou de biotite. Parfois, on note la présence d'hypersthène et d'augite en phénocristaux, le quartz ou l'olivine étant plus rares. La matrice est grise, plus ou moins claire.

Au microscope, on distingue :

- plagioclase à zonage oscillatoire (labrador-andésine)
 - hornblende brune oxydée
 - biotite oxydée.

Les laves calco-alcalines ont une teneur en silice variant de 62 à 67 %. Elles se répartissent suivant leur composition en :

- andésites à pyroxène et hornblende
- andésite à biotite et hornblende
- andésites à hornblende
- dacites à biotite et hornblende.

1657: L'andésite produite est de nature plus basique (Si02 = 58 %). On note la présence simultanée, à côté des phénocristaux de biotite et de hornblende, de cristaux de quartz, d'olivine et d'augite. Pour Homma (1936), cette paragenèse minérale ne serait que l'expression d'un mélange magmatique homogénéisé, entre deux liquides de composition différente (dacite et basalte). La variation de composition chimique des plagioclases illustre ce processus : An 50-40 au cœur, An 80-55 en bordure.

1792: La lave émise au niveau de l'Hugendake) est de nature plus différenciée (Si02 = 66 %).

III. - LE RÉVEIL DE L'UNZEN-DAKE

Après 200 ans de sommeil le *Mont Unzen* fait à nouveau parler de lui de manière dramatique. Le déroulement de la crise éruptive actuelle n'est pas sans rappeler les premières phases de l'activité de 1792. La presse s'est largement fait écho de l'inquiétude de la population locale, des autorités administratives et de la communauté scientifique impliquée dans la surveillance du volcan. Comme le notait dernièrement le Prof. Moriya, de l'Université de Kanazawa: "We are afraid that the last terrible finale will comme..." (comm. pers. du 08/06/91).

Rappelons ici la chronologie des événements telle que nous pouvons la décrire, d'après les documents en notre possession.

Novembre 1989 : reprise de l'activité sismique, après l'enregistrement d'une crise isolée en août 1984. Epicentres localisés en mer, à l'ouest du massif, à près de 10 km de distance. Près de 400 secousses en 2 jours. Activité modérée jusqu'en juin 90, toujours située à l'ouest de l'édifice.

Juillet 1990: séisme de magnitude 3,9 enregistré à 3 km à l'ouest de l'Hugen-dake (07/07). Essaim de secousses sur 2 jours (environ 400), dont 26 ressenties à 3,6 km au sudouest du sommet (station d'observation de la Japan Meteorological Agency, en charge de la surveillance des volcans actifs). 922 secousses enregistrées au total pendant le mois de juillet. Localisation des épicentres: 3 à 10 km à l'ouest du volcan. Migration progressive des foyers vers l'est, de plus en plus superficiels. Trémors volcaniques d'intensité faible en juillet et août 90.

Novembre 1990: L'activité sismique se rapproche de la zone sommitale. Début de l'activité volcanique avec l'ouverture de deux nouveaux évents à l'est du sommet, les cratères du Jigoku-ato et du Tsukumo-jima (17/11). Explosions phréatiques avec dégagement de petits panaches. Activité explosive discontinue en décembre et janvier 90. Calme sismique relatif jusqu'au 15/01. Série de secousses situées à 3,9 km du sommet. Trémors enregistrés le 25/01, près de l'Hugen-dake. Durée 30 à 60 secondes. Amplitude faible, mais en augmentation.

Février 1991: 5 secousses détectées le 13/02, à 5 km à l'ouest du sommet. Reprise de l'activité éruptive, avec panache de vapeur et de cendres de 500 m de hauteur (12/02). Retombées fines constatées à 7 km au sud-est

de la nouvelle ligne d'évents de Byobu-iwa (500 m à l'est de l'Hugen-dake). Pas de matériaux juvéniles reconnus. L'éruption phréatique se poursuit jusqu'au matin du 14 février. Première évacuation des habitants, le long de la rivière Mizunashi. Cendres sur 2 à 3 m d'épaisseur autour des bouches éruptives. Les chutes de cendres s'arrêtent début mars. Les émissions de vapeur diminuent d'intensité. Calme éruptif aux deux cratères ouverts en novembre 90. Nouvelles secousses sismiques le 27/02 et le 03/03. Total enregistré: 572 secousses en janvier et 937 en février. Epicentres concentrés dans un secteur situé entre 3 et 5 km du sommet. 22 épisodes de trémors volcaniques sont détectés le 18/02, 137 au total pour le mois de février.

Avril 1991: Activité éruptive persistante sur l'évent *Byobu-iwa* jusqu'à la mi-avril. Panaches de cendres et vapeurs atteignent 300 m de hauteur en mars et 500 m en avril. Reprise des émissions sur les deux cratères ouverts en novembre 90. Séismicité totale pour mars : 734 secousses, dont 21 ressenties. Epicentres à 4 km à l'ouest du sommet. Fréquence des trémors : de 0 à 8 par jour (99 en mars).

Mai 1991: Les explosions deviennent plus violentes et une épaisse couche de cendres s'accumule autour de la zone sommitale. Plusieurs coulées de boue s'en suivent. Le 20 mai : extrusion de lave visqueuse dans l'un des cratères d'explosion du sommet (dacite, Si02 =66 %). La lave déborde de la lèvre du cratère et s'épanche en se disloquant sur les pentes raides du sommet. Les blocs fragmentés et incandescents dévalent le flanc oriental du volcan en nuées ardentes de faible volume, sur une distance de 2 km environ (23 mai et jours suivants). Ce sont les premières coulées pyroclastiques émises par le *Mt-Unzen* depuis son réveil.

Depuis la fin du mois de mai, ces nuées sont émises au rythme moyen de 10 fois par jour. La plupart des volcanologues travaillant sur place pense que ce type d'activité va perdurer pendant la croissance du dôme, c'est-à-dire pour un à deux mois encore. Les nuées ardentes, de faible extension, s'apparentent au type *Merapi* (Moriya, comm. pers.). Glicken parlera bientôt des fortes similitudes de l'éruption en cours avec celle de la *Montagne Pelée*, en 1902 (Swinbanks, 1991).

Juin 1991: Une volumineuse coulée pyroclastique s'échappe du dôme de l'Hugen-dake et dévale le flanc est du massif, en direction des faubourgs sud de Shimabara. (03/06, 16 h. 00). Elle parcourt un chenal sur près de 4 km de distance et dévaste bientôt la petite localité de Kitakami-koba, située au pied du dôme en éruption (fig 7). 38 morts, 3 disparus et une

cinquantaine de blessés seront à dénombrer à la suite de ce nouveau désastre : habitants revenus sur les lieux d'habitations, journalistes, officiels et nos trois collègues volcanologues : Harry Glicken, Maurice et Katia Krafft. Tout le secteur de la rivière *Mizunashi* est évacué.

L'expansion du nuage de particules fines les aura probablement surpris, alors qu'ils se trouvaient sur un point d'observation privilégié (situé à 4 km de distance du sommet) pour suivre le déroulement des événements. Seule. une fine couche de cendres à recouvert le site. Lorsque la nuée ardente a été émise, la cîme du volcan était ennoyée par les nuages et il n'était pas possible d'apprécier l'ampleur du nouveau danger (Moriya, comm. pers.). Néanmoins, une violente explosion a cependant été détectée par le séismomètre de l'Observatoire Volcanologique de Shimabara, ce qui suggérait l'imminence d'une coulée pyroclastique importante. Un policier a alors été dépéché pour prévenir les personnes menacées par l'explosion et situées dans la zone d'évacuation. Il sera rattrapé par la nuée. Le témoignage d'un habitant qui a échappé de peu à la coulée pyroclastique en prenant son véhicule nous renseigne sur la vitesse de l'écoulement : 150 à 200 km/h dans la partie distale de l'émission.

Depuis le 03 juin, la croissance du dôme se poursuit, entrecoupée de la production de nuées ardentes plus ou moins violentes (05, 08 et 10 juin). Entre le 24 mai et 04 juin, 248 coulées pyroclastiques seront émises. L'évent du Jigoku-ato est désormais largement ouvert. Le 07 juin, le dôme de l'Hugen-dake fait déjà 80 m de diamètre sur 100 m de haut, selon les volcanologues japonais. Le souvenir de la catastrophe de 1792 fait craindre un risque maximum d'avalanche de débris pour les habitants des zones basses de Shimabara. Les évacuations s'intensifient (10 000 personnes sur 45 000). Dans la nuit du 08 au 09 iuin, une nouvelle coulée pyroclastique dévale sur 6 km le versant oriental du massif et engloutit la banlieue sud-ouest de Shimabara, évacuée la veille (60 maisons détruites). Les incendies se propagent aux villages voisins de Minamikamikoba et d'Onokiba. Depuis le 14 juin, on note une intensification des émissions explosives. Dans la nuit du 15 au 16/06, une intense activité sismique était enregistrée. Aux risques d'explosions et d'avalanche s'ajoutent ceux liés aux lahars, suite à une météorologie très défavorable. D'importants panaches de vapeur étaient observés le 16 juin au sommet du Mt-Unzen.

IV. - PERSPECTIVES

Pour les volcanologues japonais, l'inquié tude est réelle lorsqu'ils constatent l'apparente similitude de la crise actuelle avec celle de 1792. La succession des événements de 1792 peut être résumée ainsi :

- 1° migration vers l'est des foyers des séismes précurseurs, de plus en plus proches de la surface :
 - 2º explosions phréatiques ;
- 3° extrusion de lave (il n'y a pas eu de coulées pyroclastiques en 1792, car la pente était faible au niveau du point de sortie sommital) :
- 4° déplacement vers l'est des foyers sismigues accru :
- 5° modification du niveau d'affleurement du système hydrothermal (eaux de circulation intra-édifice) :
- 6° destruction massive d'un dôme parasite.

Le quatrième stade d'évolution semble actuellement atteint. Les dernières observations font état enfin des modifications définies au stade 5 (Moriya, comm. pers.). La probabilité d'une évolution catastrophique vers la phase 6 est par conséquent élevée.

V. - REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier tout particulièrement le Prof. I. Moriya qui a bien voulu nous transmettre les informations relatives à l'éruption du 3 juin et de nombreuses précisions sur les données volcanologiques du Mont-Unzen.

HOMMAGE



Maurice KRAFFT, lors d'une visite au pied du Puy-de-Dôme.

La crise éruptive de 1991 au Mont-Unzen restera liée dans nos mémoires à la disparition brutale de trois de nos collègues. Harry Glicken, Maurice et Katia Krafft étaient "à pied d'œuvre", sur le terrain depuis quelques jours, pour suivre en détail l'activité explosive du volcan, lorsque le nuage d'une coulée pyro-

clastique atteignit leur site d'observation (cf. article précédent). C'était le 3 juin, peu avant 16 h. 00 locale. Tous trois seront retrouvés deux jours plus tard, en compagnie des autres victimes, par un détachement de soldats venu leur porter secours dans la zone dévastée de Kitakamikoba. Les volcanologues japonais, dont les Professeurs Aramaki et Kamo, participeront à leur identification. Leurs corps seront déposés dans le Temple Anyoji de Shimabara, élevé à la mémoire des victimes de la catastrophe de 1792.

Katia et Maurice Krafft étaient surnommés les volcano devils" par nos collègues américains. Nul doute que cette appellation un peu "sulfureuse" traduisait un sentiment d'admiration et de reconnaissance devant l'enthousiasme et la passion du métier exprimés par le couple de volcanologues français.

Depuis près de 25 ans, nous nous étions habitués à les voir "crapahuter" aux quatre coins de la planète, dès qu'une fumée suspecte ou le grondement soudain du sol annonçaient le réveil proche d'une "bouche à feu". Toujours prêts à sauter dans le premier avion, Katia et Maurice Krafft avaient rejoint en ce 29 mai la ville de Shimabara au Japon, espérant une fois de plus, immortaliser dans leurs "boîtes magiques" les soubresauts ardents du Mont Unzen. Mais le volcan était gris. Et le piège se referma brutalement sur eux.

"L'éruption de l'Unzen est sûrement la plus dangereuse que j'aurai vue dans ma vie..." confiait Maurice Krafft quelques jours avant le drame, à la personne chargée de la préparation de son dernier livre (Le Monde, 07/06).

Katia Conrad est née le 17/04/1942 à Guebwiller. Elle fait ses études à l'Université de Strasbourg où elle se spécialise en physique et en géochimie. Elle obtient le Prix de la Fondation de la Vocation en 1969, pour ses premiers travaux de volcanologie sur sites actifs. Elle épouse Maurice Krafft en 1970.

Maurice Krafft est né le 25/03/1946 à Mulhouse. A 7 ans, il assiste à sa première éruption au Stromboli. A l'âge de 14 ans, il devient membre de la Société Géologique de France. Ses études le conduisent à Besançon puis à l'Université de Strasbourg, où il obtient sa maîtrise en géologie. En 1968, il fonde avec quelques amis l'équipe "Vulcain", puis, peu de temps après, le Centre de Volcanologie de Cernay.

Les Krafft sont alors de toutes les expéditions: Italie, Islande, Indonésie, Afrique, Amérique, Réunion, Hawaii, Nouvelle-Zélande... Leurs reportages leur valent l'attribution du Prix de la Société de Géographie de Paris, puis la remise du Prix de l'Exploration, des mains du Président de la République (1975). Ils s'orientent délibérément vers l'étude de la

phénoménologie éruptive, et font largement partager leurs découvertes à la communauté scientifique.

Mais c'est surtout au travers de la diffusion des connaissances et de l'information du public que les époux Krafft concrétisent leur enthousiasme. Leur notoriété, en France comme à l'étranger, s'appuie d'abord sur les nombreuses conférences effectuées dans le cadre du réseau "Connaissances du Monde". Viennent ensuite les livres de vulgarisation scientifique (une vingtaine), les émissions de télévision (entre autre pour le compte de la BBC), les expositions, les photos ("L'homme face aux volcans", présentée à Kagoshima en 1988, puis à Fontainebleau en 1989) et les films diffusés depuis peu en cassettes vidéo.

Katia et Maurice Krafft ont constitué, en 25 ans d'activité, un patrimoine iconographique tout à fait exceptionnel : plus de 300 000 photos, 300 heures de film, 20 000 ouvrages géologiques, quelques 6 000 lithographies et tableaux anciens... Plusieurs organismes américains se sont déjà montrés intéressés par l'acquisition de tels fonds : Smithsonian Institution, Musée Jaggar à Hawaii... La question du devenir de ces collections, inestimables pour la communauté scientifique et le grand public, se trouve désormais posée.

Depuis quelques années, Maurice Krafft travaillait à la conception de documents audiovisuels d'information sur les risques volcaniques, à destination des populations menacées et des autorités. Il venait d'achever la réalisation d'une première bande vidéo (présentée à Mavence, à l'automne dernier), à la demande de l'I.A.V.C.E.I. et en collaboration étroite avec l'UNESCO. l'UNDRO et l'USGS.

Enfin, le nouveau défi des Krafft s'articulait autour de deux projets : la Maison du Volcan, sur l'île de la Réunion, et Volcania, en Auvergne. Le premier centre local d'information va ouvrir ses portes prochainement, sur un site voisin du Piton de la Fournaise. Le second complexe, véritable "science-center" de nouvelle génération, est resté pour le moment à l'état de projet. Il devait abriter la Fondation Krafft, assurant par là-même, une double mission de conservatoire et de centre d'information scientifique à vocation internationale.

PRINCIPAUX OUVRAGES ÉCRITS PAR KATIA ET MAURICE KRAFFT

- 1974. Guide des volcans d'Europe, delachaux et Niestlé, coll. "Guides Nature", 412 p. (épuisé).
- 1975. Les volcans. Draeger-Vilo, 176 p. (Abrams, New-York, en anglais).

- 1976. A l'assaut des volcans : Islande et Indonésie. Presses de la Cité, 112 p.
- 1977. La Fournaise, Roland Bénard, 121 p.
- 1978. La Terre, une planète vivante. Hachette, 157 p. (épuisé) Herder-Verlag, en allemand).
- 1979. Volcans, le réveil de la Terre. Hachette Réalités et Céliv, 158 p. (Hammond, USA, en anglais).
- 1981. Dans l'antre du Diable, Afrique, Canaries et Réunion. Presses de la Cité, 124 p.
- 1981. Questions à un volcanologue : Maurice Krafft répond. Hachette INF, 230 p.
- 1983. Volcans et tremblements de terre. Editions des Deux Coas d'Or, 78 p.
- 1984. Les volcans et leurs secrets. Nathan, 63 p.
- 1984. Volcans et dérive des continents. Hachette, 2e édition 157 p.
- 1985. Les volcans et leurs éruptions. Hachette, coll. "Le temps de la découverte", 90 p.
- 1985. Les plus beaux volcans d'Alaska, en Antarctique et Hawaii. Minerva-Solar, 38 p.
- 1987. Volcans du Monde, Flammarion, 190 p. (Mondo, Suisse, en français, allemand et italien).
- 1987. Au cœur de la Fournaise. Edit. J.-C. Nourault, R. Bénard, La Réunion.
- 1988. Objectifs volcans. Edit. Nathan Image, 154 p.
- 1991. Les feux de la Terre. Histoire de volcans. Gallimard, coll. "Découvertes". 208 p.
- M. Krafft et F. D. de Larouzière.
 - 1991. Guide des volcans d'Europe et des Canaries. Delachaux et Niestlé, 2e édition, 456 p.



80, boulevard Gergovia CLERMONT-FERRAND



RÉPARATIONS - MAINTENANCE ÉTALONNAGE

Toutes marques

- ▶ CONTROLEURS MULTIMETRES
- **▶** 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 professionnels
- Appareils de mesure
- Librairie technique
- Matériel et outillage

22, rue St Adjutor 63000 CLERMONT-FERRAND

Tél: 73 31 13 76

Fax: 73 31 09 34

PRINCIPAUX PROJETS DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS

L'Observatoire de Paris exerce ses activités sur trois sites : Paris (une vintaine de chercheurs), Meudon (environ 250 chercheurs) et Nançay (station d'observation située en Sologne).

Les progrès technologiques et la recherche spatiale ont considérablement augmenté les possibilités dans le domaine de l'astronomie.

Les chercheurs, ingénieurs et techniciens de l'Observatoire de Paris sont impliqués dans plusieurs projets dont nous signalons les principaux :

- 1. le satellite High precision PARallax COllecting Satellite, lancé par Ariane le 08/08/89, mesure des distances (ou parallaxes trigonométriques)de quelques 100 000 étoiles (en utilisant la vieille méthode de la triangulation) avec une précision accrue d'au moins un ordre de grandeur par rapport à la précision actuelle (10 % d'erreur sur la distance entraîne une erreur de 40 % sur la masse, et la masse est un paramètre déterminant dans l'évolution d'une étoile...). Bien que le satellite n'ait pas été mis sur l'orbite escomptée, la mission telle qu'elle a été prévue initialement pourra être pratiquement réalisée si le temps d'observation peut durer 3 ans et demi.
- 2. la sonde ULYSSES, lancée par la NASA le 06/10/90 pour l'étude du vent solaire; c'est le résultat d'une collaboration entre la "National Aeronautics and Space Sciences" et L'agence Spatiale Européenne. C'est la première sonde qui doit quitter le plan de l'écliptique (après avoir contourné Jupiter qui lui donnera l'accélération nécessaire pour sortir du plan) et qui survolera d'abord le pôle solaire Sud entre juin et octobre 1994, puis le pôle Nord, à peu près un an plus tard. Des équipes de Meudon participent à des expériences de télédétection de phénomènes solaires (dans les fréquences radio) et à des mesures in situ de la densité électronique.
- 3. Parmi les réalisations en cours, citons le satellite Infrared Space Observatory, dont le lancement est prévu par Ariane 4 en 1993 ; il sera le premier véritable observatoire spatial dans l'infrarouge qui explorera le système solaire, les régions de formation d'étoiles, les galaxies... La sensibilité est telle qu'elle permet de détecter le rayonnement d'un petit (résolvable) cube de glace à 100 km. Il emportera 4 instrumentations (couvrant de 3 à 200 µm) dont une caméra (et un polarimètre) dans l'intervalle 3 17 µm construite partiellement par une équipe meudonaise.

- 4. Le Télescope Héliographique pour l'Etude du Magnétisme et des Instabilités de l'atmosphère solaire mesurera les 3 composantes du champ magnétique (par effet Zeeman dans le domaine 0,4 1,1 mm) simultanément à différents niveaux de l'atmosphère solaire. On espère qu'une connaissance précise du champ magnétique permettra de mieux comprendre, par exemple, l'organisation du cycle d'évolution solaire, les mécanismes de stockage de l'énergie magnétique qui précèdent les éruptions solaires, l'origine du vent solaire. Ce projet est devenu international depuis octobre 1990, son achèvement est prévu pour 1995.
- 5. Le Very Large Telescope est un projet de 4 télescopes optiques de 8 mètres de diamètre chacun ; ils fonctionneront en synthèse d'ouverture (c'est-à-dire en conservant la phase du ravonnement incident) : l'ensemble sera alors équivalent en sensibilité à un télescope de 16 m : la sensibilité est, en effet, proportionnelle au carré du diamètre $4 \times 8^2 = (2 \times 1)^2$ $8)^2 = 16^2$. On pourra "voir" à peu près deux fois plus loin : le volume exploré sera multiplié par huit. Cet instrument a pour maître d'œuvre l'ESO (European South Observatory) qui, en 1988, en a approuvé la construction; les travaux ont débuté en 1989, l'installation (au Chili) d'un premier miroir est prévue pour 1993, les 4 miroirs devraient être réalisés en

1994. Il ne servirait à rien de construire "un grand télescope" si celui-ci n'a pas la capacité de distinguer les détails (c.a.d. s'il n'a pas une résolution suffisante). La résolution théorique ne peut être atteinte à cause de la turbulence atmosphérique, sauf si l'on corrige celle-ci par l'optique adaptative. Cette technique — dont le principe est ancien mais la réalisation toute nouvelle - consiste à rendre sa planéité en temps réel par des circuits d'asservissement au plan d'onde déformé par la turbulence. Dans cette perspective, une équipe meudonnaise vient de participer à la réalisation d'une instrumentation qui, installée au télescope de 3,6 m de l'ESO, a donné des résultats remarquables.

6. - Des phénomènes cosmigues impliquant des champs gravitationnels intenses et rapidement variables sont, dans le cadre de la relativité générale, sources d'ondes gravitationnelles; l'effet physique de ces ondes est de modifier les distances entre points matériels (mais peu... $\Delta L/L$ serait de l'ordre de 10^{-21} , à peu près le rapport entre le rayon d'un atome et la distance Soleil-Terre) : cela est à la base du principe de détection de ces ondes par VIRGO (du nom de l'amas de galaxies le plus proche qui devrait fournir au moins quelques événements par an). C'est un interféromètre géant projeté au plus tôt pour 1995 par un consortium international dont une équipe de Meudon fait partie. Toutes les autorisations de crédits nécessaires ne sont pas encore acquises.

Ainsi, le XXI° siècle aura peut-être un moyen de sonder l'Univers ; il faut y ajouter les neutrinos, difficiles à capturer, et pour l'observation desquels des projets grandioses germent ici et là...

NOUVELLES DU CNES

DÉCOUVRIR L'OBSERVATION DE LA TERRE et le traitement des images

Un stage de formation pour les enseignants et les animateurs

De l'observation la plus simple et la plus directe, à la prise d'image sous cerf-volant, jusqu'au traitement informatique de l'image et au lien avec la télédétection satellitaire, une nouvelle approche pédagogique, innovante et ludique, développée par le Service Jeunesse de la Délégation à la Communication du CNES, l'Association Nationale Sciences Techniques Jeunesse et le Service Jeunesse de la Mairie de Hennebont, avec le soutien du Ministère de la Recherche et de la Technologie.

26 juin - 5 juillet 1992

Hennebont, Morbihan

Pour tous renseignements et pour les pré-inscriptions, prendre contact avec :

Mairie de Hennebont, Service Jeunesse - Mme Catherine Le Carrer, 56700 Hennebont - Tél. 97.36.20.14.

SORTIES CULTURELLES DE L'ADASTA*

Tourisme Scientifique et Industriel - Bilan et perspectives

Il y a juste 4 ans avait lieu, le 7 octobre 1987, la première sortie organisée par l'ADASTA. Il s'agissait de la visite de la Mine d'Or du BOURNEIX, près de Saint-Yrieix, en Haute-Vienne. Ce déplacement d'une journée réunissait 20 participants, nombre maximal fixé par les responsables de la Mine. Dès la première sortie, il avait fallu limiter les inscriptions!

Il nous a paru utile de présenter le bilan de ces sorties, de rappeler l'objectif poursuivi et d'en tirer des conclusions pour l'avenir.

En 4 ans, 16 sorties ont été réalisées. La liste est présentée ci-dessous. On remarquera le caractère scientifique des organismes ou établissements visités. Il ne s'agit pas seulement de faire du tourisme industriel: l'ADASTA a choisi de montrer des activités originales significatives, pour lesquelles sont mises en pratique des techniques ou des procédés résultant de recherches de haut niveau, auxquelles le public n'a pas normalement accès. Plusieurs visites ont même été consacrées à des grands organismes de Recherche fondamentale, comme le CERN, à Genève (3 visites) ou le CNRS, à Nançay (1 visite) et à Orléans (1 visite).

Ces visites nécessitent un effort de l'Entreprise, qui met à notre disposition plusieurs ingénieurs (et souvent le directeur lui-même) pendant une bonne partie de la journée. Malgré ces contraintes, les Industriels ont toujours montré une grande compréhension, en soutenant nos objectifs et en facilitant nos démarches.

Parmi les difficultés rencontrées, il faut signaler en premier lieu la faiblesse du tissu industriel régional. Si l'on exclut en effet certaines entreprises, qui, pour des raisons stratégiques, économiques ou de sécurité, ne peuvent accepter de visiteurs, il ne reste, à vrai dire, qu'un très petit nombre d'usines correspondant aux critères définis plus haut. Il faut donc envisager des déplacements plus longs, vers la région Rhône-Alpes en particulier.

Les participants supportent d'autant plus facilement ces contraintes que l'intérêt de la visite est grand. Si l'on cherche à amortir cet inconvénient en étalant le déplacement sur deux ou trois jours, il se pose un épineux problème de disponibilité : comme il n'est généralement pas possible de placer la sortie sur un week-end, cela oblige les participants à puiser sur leurs jours de congé. Il y a ainsi plusieurs projets de visite (l'uranium de la mine au combustible nucléaire, l'astronomie en Haute-Provence, les grands instruments de recherche de Grenoble, les musées scientifiques de Haute-Alsace...) qui sont en attente d'une

période favorable. Il est évident que de tels déplacements ne sont abordables qu'avec un nombre suffisant de participants, essentiellement à cause des frais de transport : on touche là une des grosses difficultés rencontrées dans l'organisation de ces sorties.

Il me paraît toujours souhaitable d'associer aux visites techniques et scientifiques un coup d'œil sur les richesses artistiques ou sur l'originalité des paysages des régions visitées. Et, à plusieurs reprises, nous avons pu admirer à loisir des châteaux célèbres (Parentignat, La Bastie d'Urfé), des édifices religieux (cathédrale de Bourges...), des

villages pittoresques (Champdieu, Pommiers-en-Forez...). Le déplacement le plus riche à cet égard fut, sans contexte, l'excursion en Alsace, organisée conjointement par la section locale de la Société Française de Physique et l'ADASTA, avec l'appui financier d'Electricité de France et de plusieurs fournisseurs d'équipements scientifiques. A cette occasion, nous avons pu passer une journée entière dans une prestigieuse ville d'Allemagne, Heidelberg. Tous les participants ont gardé un très bon souvenir de ce tour de trois jours.

Les perspectives, pour cette activité de l'ADASTA, sont de poursuivre l'action entreprise, en gardant les mêmes objectifs : culture scientifique de haut niveau, contact avec des spécialistes reconnus et sorties au delà du cadre régional. Le rythme moyen des visites (4 par an) sera maintenu, les déplacements en période hivernale étant limités à la région.

M. Massaux.

LES PETITS DÉBROUILLARDS

Des expériences scientifiques significatives n'utilisant que des objets courants et présentant, de préférence, un caractère ludique, pouvant être reproduites à la maison par les enfants, tel est le principal objectif des clubs "Petits Débrouillards".

Les séances proposées au cours de l'année scolaire précédente, sous l'autorité de Mme Gély, ayant connu un grand succès, l'expérience sera renouvelée cette année.

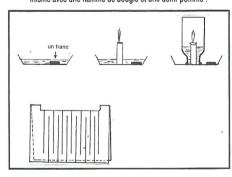
Une douzaine de séances réservées aux enfants de 7 à 12 ans auront lieu à l'Ecole Jules-Ferry, à Clermont-Ferrand, le mercredi matin. Deux thèmes seront abordés cette année:

- **L'eau**: Ses extraordinaires propriétés, sa composition, son rôle pour l'Humanité.
- L'Electricité: Ses effets, ses lois, ses applications.

Les inscriptions (gratuites) doivent être prises auprès de l'ADASTA.

Photo "La Montagne"

Souffler n'est pas jouer ou comment s'initier aux lois de l'aérodynamisme avec une flamme de bougie et une demi-pomme!



Voici les commentaires des questions posées dans le nº 18 de "Auvergne-Sciences".

1ère question : Comment retirer une pièce de monnaie placée dans l'eau d'une soucoupe sans se mouiller les doigts (en utilisant cependant une bougie et un bocal).

On place la bougie (dans un petit support) au centre de la soucoupe, on l'allume. On la coiffe rapidement avec un bocal (voir schéma). L'eau monte dans le bocal en libérant la pièce tandis que la bougie s'éteint.

Les enfants proposent plusieurs explications... Finalement tous tombent d'accord : en brûlant, la bougie prend l'oxygène de l'air pour donner du gaz carbonique, mais il se dissout dans l'eau ; alors l'eau monte, prend la place de l'oxygène disparu et la bougie s'éteint faute d'oxygène.

2ème question : La reine Didon (appelée aussi Elissa) débarque à Carthage, en Tunisie, venant de la région de Tyr, en Phénicie (l'actuel Liban) où règnait (déjà!) une guerre civile. C'était en 814 avant J.C. Elle demande au roi de Carthage de lui accorder un territoire délimité... par une peau de vache. Il accepte volontiers... en riant! Voyons un peu.

Plier en deux une feuille de papier 21 x 29,7. Faire une encoche sur la pliure puis fendre selon le schéma en partant alternativement de la pliure et du bord, mais sans fendre complètement.

Déplier alors les deux parties de la feuille. Le pourtour ainsi délimité sera d'autant plus long que les fentes seront plus rapprochées ! Et voici maintenant 2 nouvelles questions concernant... des œufs !

- 1º) Comment reconnaître (sans les casser) un œuf cru d'un œuf cuit (ou dur).
- 2°) Comment faire entrer un œuf mollet entier dans une bouteille ?

S. GÉLY.

Intormations Régionales

"LUMIÈRE BLANCHE ET COULEUR"

L'équipe pédagogique de l'ADASTA s'est spécialisée dans l'enseignement expérimental des sciences physiques. C'est ainsi que, pour sa 4ème Université d'Eté, elle avait choisi le thème de la couleur.

Ce stage a réuni pendant une semaine 25 professeurs de sciences physiques, venus de diverses régions de France (2 sont en poste au Sénégal) et 5 animateurs. Conférences, séances d'expériences, visites d'entreprises, ont permis aux stagiaires de compléter leurs connaissances dans ce domaine scientifique qui touche à plusieurs disciplines : physique, physiologie, psychologie...

Il est également impensable de parler de la couleur sans se référer à la peinture, qui occupe une place de choix dans l'histoire de l'Art. Bernard Caillaud, artiste et scientifique, dont on trouvera par ailleurs le texte de sa conférence, a présenté un ensemble impressionnant de diapositives, où se mèlent images numériques, techniques scientifiques, photographie... et talent artistique.

Une visite des travaux des stagiaires a permis aux personnalités, sous la Présidence de M. le Recteur J.-P. Chaudet, de mesurer la qualité des recherches pédagogiques menées en Auvergne dans le domaine des Sciences Physiques.

Les stagiaires ont été reçus, d'autre part, au Conseil Régional par le Doyen R. Chiroux et dans les Etablissements Michelin par M. Coulombeau.



Photo "La Montagne"

ISSOIRE

3º JOURNÉES SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES : sur les BIOTECHNOLOGIES

La ville d'Issoire a la chance de bénéficier d'un tissu industriel performant, notamment dans le domaine de l'aluminium et de l'aéronautique avec une industrie qui ne cesse de se moderniser et qui réussit à rester au sommet de la technologie mondiale: PECHINEY-RHENALU, FORTECH division AIRFORGE, INTERFORGE, ISSOIRE AVIATION... mais cette cité possède aussi une industrie tournée vers l'équipement automobile: VALEO... ainsi qu'une multitude de petites P.M.E. pleines de dynamisme et d'innovation telles que REXCOMPOSITES et bien d'autres.

Fort de ce potentiel, la Municipalité a mis en place, en 1989, ses premières Journées Scientifiques et Techniques destinées à sensibiliser un large public aux nouvelles technologies.

Suite au succès remporté par cette première édition basée sur la Forge, il a été décidé de pérenniser cette manifestation avec, en 1990, le thème de la Robotique-Productique.

Cette année les Journées Scientifiques et Techniques seront consacrées aux biotechnologies :

- 25 novembre : Hygiène et Santé-Agroalimentaire
- 26 novembre : Environnement
- 28 novembre : Agriculture
- 29 novembre : Table ronde sur les métiers des biotechnologies.

Avec la participation de Bioalim, Agro-world, INRA, Anred, Lyonnaise des Eaux, Delbard, Limagrain, etc...

L'INSTITUT FRANÇAIS DE MÉCANIQUE AVANCÉE de Clermont-Ferrand

Créé pour former des concepteurs et des constructeurs de machines, d'équipements industriels et de systèmes de protection, l'Institut Français de Mécanique Avancée de Clermont-Ferrand (IFMA) vient de recruter, par concours, sa première génération d'étudiants : 30 par la voie A et 20 par la voie B.

Par la voie A ont été recrutés des étudiants issus des classes de mathématiques spéciales et par la voie B des titulaires de différents diplômes de l'Université.

Cette nouvelle Ecole d'Ingénieurs sera largement ouverte sur le monde industriel grâce à son Centre de Transfert Technologique équipé de moyens modernes. Une autre caractéristique est l'ouverture sur l'Europe et le Monde : obligation pour les élèves de pratiquer deux langues étrangères, séjours à l'étranger encouragés, présence d'enseignants étrangers...

L'IFMA doit devenir un pôle d'excellence de la mécanique industrielle au sein de l'Europe.

LES ASSOCIATIONS

SFEN

Le groupe régional de la Société Française d'Energie Nucléaire, animé par Madame Gély et M. Mangein, a organisé au CRDP de Clermont-Fd une rencontre d'enseignants pour les aider à utiliser judicieusement un compteur de rayonnements (le CRAB, réalisé par le Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay, et largement diffusé dans les lycées).

Cette participation de la SFEN à la formation des maîtres a connu un bon succès, puisque 15 participants représentant une dizaine de lycées ont travaillé sous la direction de MM. Saccoman et Amalric, professeurs à Aurillac.

D'autre part la SFEN organise, en collaboration avec l'ADASTA, le venue à Clermont-Fd de M. Hubert Reeves, le 17 janvier 1992.

A.A.A.A

L'Association des Astronomes Amateurs d'Auvergne, présidée par notre ami Jean Chapelle, envisage la création d'un observatoire situé loin de la pollution lumineuse de l'agglomération clermontoise. Cet observatoire, qui sera équipé d'un télescope de 400 mm de diamètre, pourrait être installé sur le territoire de la commune d'Aydat.

RÉUNION DU CLUB EUROPÉEN RAOUL PALMER

Le Club Européen Raoul Palmer d'endoscopie en gynécologie se réunira à Clermont-Ferrand les 10 et 11 septembre 1992.

Au programme:

- Les kystes de l'ovaire et l'endoscopie
- Transmission d'opération en direct
- Le chirurgien gynécologue de l'an 2000
- Réunion de la Société Française d'Endoscopie en gynécologie.

Cette réunion est placée sous les auspices de l'Université d'Auvergne et de la Société Française d'Endoscopie.

Le Comité d'organisation est placé sous la responsabilité du Professeur M.A. Bruhat.

EXPOSITIONS

☆ DÉCOUVERTE DE L'UNIVERS

Cette exposition, créée par l'ADASTA et l'AAAA (Association des Astronomes Amateurs d'Auvergne) a été présentée pour la première fois au Centre Municipal Pierre Laporte (Centre Jaude) en mai 1990.

Cette exposition comprend une cinquantaine de panneaux, des expériences de physique et des instruments d'observation.

Après avoir été exposée dans divers lieux de la Région, elle sera à nouveau à Clermont.

du 21 octobre au 29 novembre

à Falexpo (Centre Delille)

du lundi au vendredi,

de 9 h. à 12 h. et de 14 h. à 17 h.

Pour les visites des groupes, réserver en téléphonant à la FAL (n° 73.91.00.42).

★ IMAGE, TECHNIQUE OU MAGIE

Centre P. Laporte (Centre Jaude) à Clermont, du 5 décembre au 4 janvier.

Cette grande exposition a été conçue par le Palais de la Découverte, avec le concours de la Société AGFA-GEVAERT et divers autres organismes :

Elle s'articule autour de six thèmes :

- la photographie et ses aspects physicochimiques;
- l'image vidéo et les mémoires d'images : bandes magnétiques et vidéo-disques ;
- l'image en bureautique : photocopie, archivage, impression électronique;
- l'image pour l'édition avec l'intervention permanente de différentes procédures photographiques dans les systèmes d'impression;
- l'image pour le diagnostic, principalement dans le domaine médical, mais aussi dans le domaine industriel;
- l'image de synthèse.

Au total: 64 panneaux, 14 vitrines, 2 microordinateurs, 5 audiovisuels.

Pour les groupes scolaires, il est indispensable de prendre rendez-vous (Centre Pierre Laporte : tél. 73.93.62.17, tous les jours sauf dimanche et lundi, de 12 à 19 h.).

MUSÉE CROZATIER AU PUY-EN-VELAY

"L'Odorat": du 4 décembre 91 au 6 janvier 92.

Exposition itinérante de la Cité des Sciences.

En projet:

- 25 ans d'Archéologie : cette exposition, qui devait être présentée en décembre et janvier, est reportée à une date ultérieure.
 - La toxicomanie: mars 1992.
 - Les Dinausaures : mai-juin 1992.

A noter la réalisation par Greta Vidéo du Velay d'un film sur "Pierre et Alexandre Clair, ingénieurs mécaniciens du XIX° siècle, bienfaiteurs du Musée Crozatier". Ce film est produit par la ville du Puy et le Musée Crozatier.

Renseignements: 71.09.38.90.

Une exposition itinérante

"DES VIRUS ET DES HOMMES"

Conçue par l'INSERM et le Palais de la Découverte, l'exposition "Des virus et des Hommes" traite le sujet de manière didactique:

- Qu'est-ce qu'un virus ?
- Comment peut-il engendrer une maladie ?
- Quelles sont les principales maladies virales ?
 - Comment s'en protéger ?
 - Comment se soigner ?

20 magnifiques posters plastifiés 70 x 100, en couleur.

L'exposition est reproduite dans un catalogue qui peut vous être adressé en consultation (joindre une grande enveloppe affranchie à 11 F).

S'adresser à ADASTA, UFR Sciences, 63177 AUBIÈRE CEDEX.

(Exposition diffusée avec l'aide de la MAFPEN).

CONFÉRENCES EXCEPTIONNELLES

"LA PHYSIQUE DU HASARD"

par Charles RUHLA, Professeur à l'Université de Lyon I.

Département de Physique - Amphi 107 Complexe des Cézeaux, à Aubière

Jeudi 5 décembre, à 16 h. 30.

Un grand débat, à la fois scientifique et philosophique, initié par A. Einstein et Niels Bohr, domine la physique depuis 1927:

"Le hasard est-il dans l'ignorance des hommes ou bien est-il dans la nature des choses ?"

Charles Ruhla, qui est l'auteur d'un ouvrage sur ce sujet, illustrera sa conférence de nombreuses diapositives.

Conférence de niveau accessible à tous ceux qui ont la curiosité des choses de la Science.

"LES PREMIERS INSTANTS DE L'UNIVERS"

par Hubert REEVES.

Maison des Congrès de Clermont-Fd Salle Cocteau

Vendredi 17 janvier 1992, à 17 h. 30

Réservation des places (gratuites) avant le 6 janvier, auprès de l'ADASTA.

(Conférence organisée conjointement avec la Municipalité de Clermont et la Société Française d'Energie Nucléaire).

Nous ne sommes pas nés d'hier. Notre existence commence dans la fulgurante explosion qui a donné naissance à l'univers. Elle se poursuit au cœur ardent des étoiles, dans les vastes espaces interstellaires, dans l'océan primitif de la Terre et à la surface des continents.

"PEINTURE NUMÉRIQUE ASSISTÉE PAR LA PHOTOGRAPHIE"

par Bernard CAILLAUD

Professeur de sciences physiques et plasticien, Bernard CAILLAUD a créé des images étonnantes que vous pourrez découvrir par projection de diapositives

le mercredi 11 décembre 1991, à 18 heures,

au C.R.D.P., 15, rue d'Amboise, à Clermont-Ferrand.