



Les journées nationales *Clermont-Ferrand*

Du samedi 23 au mardi 25 octobre 1982



Ce congrès n'est pas complet, nous recherchons :

Le livret du congressiste ♦ Tout autre document en rapport avec ce congrès.

Merci de votre aide, vous pouvez contacter la secrétaire de rédaction :

[lebup.secretaire\(CHEZ\)udppc.asso.fr](mailto:lebup.secretaire(CHEZ)udppc.asso.fr)

LES PARUTIONS DANS *LE BUP*

Journées nationales de l'Union des physiciens

◆ Programme	3
◆ Renseignements pratiques	5
◆ Résumé des conférences.....	6
◆ Liste des ateliers	11
◆ Liste des visites	13
◆ Horaires SNCF	14
◆ Fiches d'inscription.....	15

Comptes-rendus des ateliers - stand

◆ Atelier n° 1 : histoire des sciences.....	21
◆ Atelier n° 2 : informatique	22
◆ Atelier n° 3 : utilisation du rétroprojecteur	25
◆ Atelier n° 4 : laboratoire – matériel.....	25
◆ Atelier n° 5 : enseignement de la chimie	26
◆ Atelier n° 6 : premier cycle	28
◆ Atelier n° 7 : enseignement technique	30
◆ Atelier n° 8 : formation continue	32
◆ Atelier n° 9 : seconde de détermination	32
◆ Stand sur les problèmes de sécurité	35

Astronomie à Clermont-Ferrand

◆ Les lois physiques en astronomie.....	36
---	----

Journées nationales de l'Union des Physiciens

CLERMONT-FERRAND : 23 - 24 - 25 - 26 octobre 1982

Les journées se dérouleront à la Maison des Congrès, boulevard Gergovia à Clermont-Ferrand,

sous le haut patronage de M. le Maire de Clermont-Ferrand, Ministre de l'Urbanisme et du Logement,

et sous la présidence de M. le Recteur de l'académie de Clermont-Ferrand et de M. SAISON, Inspecteur Général.

PROGRAMME

Vendredi 22 octobre 1982 :

Un service d'accueil sera organisé en gare de Clermont-Ferrand de 16 h 30 à 23 h 30.

Samedi 23 octobre 1982 :

- 9 h Accueil à la Maison des Congrès.
- 9 h 30 Ouverture du Congrès.
- 10 h 30 Conférence C₁ : « Exploitation de la chaleur des roches profondes peu perméables », par M. F.-H. CORNET, de l'Institut de Physique du Globe de Paris.
- 12 h 45 Repas à la Résidence des stagiaires des Impôts, rue des Gourlettes à Clermont-Ferrand.
- 14 h Conférence C₂ : « Quelques exemples d'application de la Physique dans l'industrie du Pneumatique », par M. TERNEAUD, Ingénieur de la Manufacture Michelin.

Cette conférence sera suivie de la présentation d'expériences de physique par des ingénieurs de la Manufacture Michelin, à la Maison des Congrès.

- 18 h 30 Réception à l'Hôtel-de-Ville.
- 20 h Possibilité de repas à la Résidence des Stagiaires des Impôts.
- 21 h Conférence C₃ : « La Météorologie, une Science physique », par M. le Professeur SOULAGE, de l'Université de Clermont II et projection d'un film (séance ouverte au public).

Dimanche 24 octobre 1982 :

- 9 h Conférence C₄ : « Le champ magnétique terrestre », par M. Maurice AUBERT, de l'Institut de Physique du Globe de Clermont-Ferrand.
- 10 h 30 Conférence C₅ : « Volcans d'Auvergne », par M. le Professeur VINCENT, de l'Université de Clermont II.
- 12 h 45 Repas à la Résidence des Stagiaires des Impôts.
- 14 h 30 Après-midi réservé à l'Inspection Générale. Le thème en sera : L'enseignement de l'astronomie au travers des programmes de l'enseignement secondaire.
- 19 h Repas à la Résidence des Stagiaires des Impôts.
- 20 h 30 Spectacle chorégraphique à l'Opera Municipal, place de Jaude avec la participation de l'Ecole de Danse et du Conservatoire National de Région.

Lundi 25 octobre 1982 :

- 8 h 30 - 12 h 30 : Ateliers pédagogiques.
Exposition de matériel et de livres.
- 12 h 45 Repas à la Résidence des Stagiaires des Impôts.
- 14 h - 17 h 30 : Ateliers pédagogiques.
Exposition de matériel et de livres.
- 19 h Départ en cars, de la Maison des Congrès, pour le Château des Marands où aura lieu le banquet.

Mardi 26 octobre 1982 :

- 9 h - 11 h 30 : Compte rendu des ateliers, Assemblée générale extraordinaire.
- 11 h 45 Repas à la Résidence des Stagiaires des Impôts.
- 13 h Départ en cars pour les visites (Thiers, Ambert, Vichy, Centre d'Essais Michelin de Ladoux, Centre d'Information Michelin).
-

Renseignements pratiques

I) La Maison des Congrès est située au Centre Ville. Les hôtels sont proches de la gare, de la place de Jaude et de la Maison des Congrès.

II) Les repas, midi et soir, auront lieu à la Résidence des Stagiaires des Impôts, rue des Gourlettes, dans le quartier universitaire à 15 minutes à pied de la Maison des Congrès. Possibilité de cars pour le trajet aller à midi.

III) Les visites auront lieu le mardi après-midi (départ à 13 h de la Résidence des Stagiaires des Impôts). Retour en gare entre 18 h 15 et 19 h. Vous trouverez sous la rubrique « visites » des éléments permettant de fixer votre choix.

IV) Une garderie pour les enfants pourra être organisée avec jeux et promenades pour permettre aux parents d'assister aux conférences. Préciser l'âge et le nombre des enfants sur la fiche d'inscription.

V) Pour s'inscrire, envoyer avant le 25 septembre 1982 (délai de rigueur) à :

M^{me} BOULANGER Anne-Marie,
26, place Delille - 63000 Clermont-Ferrand

- la fiche n° 1 Inscription,
- n° 2 Demande de l'ordre de mission,
- n° 3 Inscription aux ateliers,
- n° 4 Inscription aux visites,
- n° 5 Hébergement.

Si vous n'êtes pas concernés par une ou plusieurs de ces fiches, ayez la gentillesse de les envoyer également en ayant soin de les barrer d'une croix, le travail de secrétariat en sera facilité ;

— un chèque du montant global de la fiche d'inscription ainsi libellé :

Union des Physiciens,
Section Académique,
C.C.P. 1678-40 S Clermont-Ferrand ;

— une enveloppe 14 × 21 timbrée à 3,30 F et libellée à votre adresse + une enveloppe ordinaire timbrée à 1,80 F pour la confirmation de la réservation d'hôtel.

Résumé des conférences

La plupart des conférences traitent de géophysique externe (météorologie) et interne (géothermie, géomagnétisme, volcanologie). Ce sujet a été choisi pour mettre en valeur le potentiel scientifique de la Région Auvergne et montrer la contribution importante de la Physique aux Sciences de la Terre. Par ailleurs, la Manufacture Michelin a bien voulu accepter d'organiser une conférence sur l'application de la Physique dans l'Industrie du pneumatique, de présenter des expériences de Physique à la Maison des Congrès, enfin de faire visiter le Centre d'Essais sur véhicules et le Centre d'Information du Pneu.

C₁ L'EXPLOITATION DE LA CHALEUR DES ROCHES PROFONDES PEU PERMEABLES

par F.-H. CORNET,

Institut de Physique du Globe de Paris.

La température du sol augmente régulièrement avec la profondeur : le gradient de température ou gradient géothermique, est en moyenne de 1°C par trente mètres. Cette augmentation de température est liée à un flux d'énergie interne qui provient essentiellement de la radioactivité naturelle de certains corps simples, de la chaleur issue de la formation de la terre et des modifications de sa structure.

Ce transfert de chaleur s'effectue par conduction et par convection. Aussi les causes d'anomalies du gradient géothermique peuvent-elles être nombreuses : faible conductivité thermique, forte radioactivité locale, existence de mouvements de convection naturelle soit superficiels (eau), soit profonds (magmas).

L'exploitation de cette chaleur profonde consiste à faire circuler en profondeur un fluide caloporteur en quantité suffisante pendant suffisamment longtemps pour que la production d'énergie ainsi obtenue permette d'amortir le coût de réalisation de l'installation.

Dans le cadre de la géothermie classique, on se contente d'utiliser l'eau chaude (sous forme liquide ou vapeur) qui se trouve dans certains réservoirs naturels, soit à basse température (aux environs de 70°C) comme cela est le cas dans le bassin parisien, ou plus généralement dans les grands bassins sédimentaires au-delà de 2 000 m, soit à haute température (terme qui recouvre les températures supérieures à 110-120°C) comme cela est le cas à Larderello en Italie, ou plus généralement dans les régions de volcanisme actuel ou récent.

Malheureusement, les réserves de ce type de géothermie sont limitées et ne constituent pas des réserves énergétiques réellement significatives à l'échelle nationale. Or, le refroidissement de 10°C de 1 km³ de granite peut libérer environ 1,200 MWe pendant 75 ans, soit l'équivalent d'un réacteur nucléaire électrogène actuel. Le problème posé par l'exploitation de cette chaleur des roches chaudes peu, ou pas, perméables, pour lesquelles les réserves sont pratiquement inépuisables, est donc celui de la réalisation d'un échangeur profond efficace et durable.

Diverses techniques sont à l'étude; le procédé français ÉNERGÉROC dont l'étude en vraie grandeur devrait débiter fin 1982, consiste à créer de grandes fractures artificielles, par un procédé hydraulique, entre plusieurs forages à 5 000 m de profondeur (température escomptée de l'ordre de 200°C). L'eau circulera sous pression dans ce réseau de fractures de façon à assurer les débits requis et à diminuer les pertes de charge en assurant une ouverture suffisante des fissures.

C₂ QUELQUES EXEMPLES D'APPLICATION DE LA PHYSIQUE DANS L'INDUSTRIE DU PNEUMATIQUE

par M. TERNEAUD,

Ingénieur de la Manufacture Michelin.

Le pneu et les machines qui servent à le fabriquer sont très complexes. Les exigences du client tant sur les performances que sur le prix de vente, nous obligent constamment à optimiser notre pneu, nos machines de fabrication, et à améliorer nos méthodes de contrôle.

Cette optimisation ne peut se faire qu'en développant des outils d'analyse dans le domaine thermique et dans le domaine mécanique.

Pour la mesure de la température, paramètre d'ordre 1 pour nos matériaux, on utilise la thermovision.

Pour la détermination des contraintes et des déformations, notre matériau hyperélastique, non linéaire, incompressible a nécessité une adaptation des méthodes classiques d'analyse des structures : photoélasticité et méthode des éléments finis.

En contrôle, la focalisation des faisceaux ultra-sonores permet d'améliorer le contrôle géométrique de nos pneus.

Ainsi, le physicien dans notre industrie est amené à utiliser toutes les disciplines de la physique.

C₃ LA METEOROLOGIE : UNE SCIENCE PHYSIQUE

par R. SOULAGE,
Université de Clermont II.

Au cours des vingt dernières années, la Météorologie, considérée sous les aspects connaissance, prévision et éventuellement modification du temps est passée de l'état de science descriptive à l'état de science exacte. Dans ce nouvel état, la chimie et les mathématiques ont une place importante mais c'est à la physique que revient la place prépondérante. On la retrouve essentiellement avec la physique de l'écoulement d'un fluide gazeux confiné dans une mince couche à la surface d'une sphère tournant sur elle-même mais aussi avec la thermodynamique des transformations des gaz, et des changements d'état de l'eau, avec l'électricité, avec la physique des solides, à des échelles d'espace variant de quelques angströms à plusieurs milliers de kilomètres et des échelles de temps de quelques fractions de secondes à plusieurs jours, voire plusieurs mois. C'est par la solution des problèmes que posent ces différentes parties de la physique de l'atmosphère que passent des progrès dans la connaissance quantitative du temps à des échelles d'espace et de temps très fines, la prévision du temps à des échéances de un à plusieurs jours, la modification du temps pour un futur plus éloigné.

C₄ LE CHAMP MAGNETIQUE TERRESTRE

par Maurice AUBERT,
Institut de Physique du Globe
de Clermont-Ferrand.

Les navigateurs utilisent depuis longtemps la propriété du champ magnétique terrestre d'avoir une distribution relativement simple, équivalente à celle d'un dipôle centré faisant avec l'axe des pôles géographiques un angle de 11°30'.

Cette simplicité actuelle cache un fait majeur du champ terrestre, à savoir sa très rapide évolution temporelle à l'échelle des temps géologiques : dérive vers l'ouest de la distribution du champ à raison de 0,2° de longitude par an, diminution de l'intensité de l'ordre de 4 % par siècle, inversion répétée du sens du dipôle à une cadence proche du demi-million d'années.

L'instabilité du champ traduit celle de son mécanisme générateur, dont l'origine fait toujours l'objet d'hypothèses. La plus couramment admise fait appel à un système rappelant une dynamo autoexcitatrice. Il est certain, par ailleurs, que la variation séculaire aléatoire du champ est liée à la variation aléatoire de la vitesse de rotation de la Terre, et le champ actuel n'est peut-être que la somme de ses variations.

Les applications du champ magnétique à la géologie sont importantes pour la prospection du sous-sol et pour les études géodynamiques, en particulier pour expliquer le mécanisme de la formation des océans à partir des rifts médio-océaniques.

Plus généralement, les relevés magnétiques permettent de connaître dans une certaine mesure les aimantations portées par les roches, dont la remarquable aimantation thermo-rémanente acquise par les roches volcaniques lors de leur refroidissement.

L'exploration spatiale du champ magnétique des autres planètes du système solaire apportera sans doute des progrès importants à la connaissance encore fragmentaire du champ magnétique terrestre.

C₅ QUELQUES ASPECTS DE LA VOLCANOLOGIE

par M. le Professeur VINCENT,
de l'U.E.R. de Sciences
de Clermont-Ferrand.

Considérer un volcan comme un appareil superficiel et la volcanologie comme l'étude de l'activité éruptive ayant mené à sa construction est une vue simpliste. Un volcan a des racines profondes, jusque dans le manteau terrestre, et une partie importante de ses produits est dispersée dans l'atmosphère. La volcanologie moderne s'intéresse à l'ensemble du phénomène volcanique : génération du magma dans les zones profondes, son ascension, sa stagnation et sa différenciation dans des chambres plus ou moins superficielles, mais aussi au devenir des produits gazeux et des aérosols dans l'atmosphère. Elle ambitionne de suivre et de comprendre ces incessants transferts de matière et d'énergie, et d'estimer leur contribution à la formation de la croûte terrestre, de l'atmosphère et de l'hydrosphère. Ainsi comprise, l'étude globale d'un volcan ne peut être que pluridisciplinaire. Les méthodes de la géologie sont fondamentales, et irremplaçables pour les perspectives historiques : une éruption est un phénomène bref, et les grands volcans ont une vie longue — de quelques dizaines à quelques centaines de milliers d'années ; mais les méthodes de la géochimie et de la géophysique prennent une importance croissante d'année en année.

La théorie de la tectonique des plaques a unifié les Sciences de la Terre et montré la solidarité des phénomènes géodynamiques. Le volcanisme y a trouvé sa logique ; qu'il soit la cause ou simplement le « marqueur » du mouvement des plaques, il apparaît maintenant comme un processus fondamental de la géodynamique.

Pour la surveillance d'un volcan et la prévision de ses éruptions, la méthode géologique ne peut être que probabiliste ; elle nous renseigne sur les habitudes du volcan sur une période longue, la nature de ses produits et leur extension, leur fréquence. Elle nous renseigne sur ce qui peut se produire, sur les scénarios possibles — et c'est fondamental — mais elle ne peut dire avec précision quand cela se produira. Par contre, l'ascension du magma vers la surface se traduit par des perturbations, parfois faibles, que l'approche géochimique et surtout géophysique peut mettre en évidence : activité sismique, déformation du sol, variation des contraintes et du champ magnétique, etc. La surveillance d'un volcan ne peut donc qu'être le fait d'une équipe pluridisciplinaire, où chacun connaît le langage de l'autre et les limites de sa méthode. L'éruption du Mont Saint Helens du 8 mai 1980 sera vue comme un cas d'étude coordonnée exemplaire, qui nous a appris quelque chose sur un mécanisme éruptif. Cette compréhension a permis en retour de réinterpréter une éruption préhistorique de même type à la Soufrière de la Guadeloupe, et de modifier sensiblement la carte des risques. L'exemple du Mont Saint Helens illustre bien comment un volcan en activité peut permettre une expérimentation « *in situ* » par une collaboration de géophysiciens et de géologues ayant appris à travailler ensemble. Dans les années à venir, ce rôle devrait être joué pour les équipes françaises par le Piton de la Fournaise, à l'Île de La Réunion, grâce à l'installation récente d'un observatoire volcanologique moderne.

Liste des ateliers
journée du lundi 25 octobre 1982

matin

Atelier 1 : Histoire des sciences :

- pourquoi, comment introduire une dimension historique dans notre enseignement.

Atelier 2 : Informatique :

- utilisation de l'informatique pour la modélisation en sciences physiques.

Atelier 3 : Audiovisuel, utilisation du rétroprojecteur :

- présentation des différentes techniques de fabrication de documents transparents ;
- réalisation de documents par les participants (des sujets seront proposés tant au niveau du 1^{er} que du 2^{me} cycle, mais il serait préférable que chacun amène ses propres idées).

Atelier 4 : Matériel de laboratoire :

- comment concevoir la mise au point, la distribution, la maintenance du matériel de laboratoire.

Atelier 5 : L'enseignement de la chimie :

- commentaires sur les programmes de chimie ;
- réflexion sur la mise en place d'actions communes U.d.P., société chimique de France ;
- préparation du Congrès international de l'Education Chimique à Montpellier en août 1983.

Après-midi

Atelier 6 : Premier cycle :

- thèmes de réflexion en vue d'une amélioration souhaitable des programmes :
 - finalités de l'enseignement,
 - objectifs généraux par niveau,
 - allègements et réorganisation,
 - définition d'un programme - noyau.

Atelier 7 : Enseignement technique :

- l'avenir des essais et mesures en F_3 ;
- groupes d'A.L.I.R., de travaux pratiques ou d'atelier ?

- la formation permanente dans l'enseignement technique après l'enquête en F₁, F₂ et F₃.

Atelier 8 : Formation continue :

- bilan des réalisations dans les académies-pilotes.

Atelier 9 : Seconde de détermination :

- avantages, inconvénients, problèmes d'orientation.

En plus de l'exposition habituelle de livres et de matériel scientifiques, des stands fonctionneront toute la journée du lundi 25 octobre :

I - Clubs scientifiques ; A.N.S.T.J.

II - Activités expérimentales au collège, présentation de matériel.

III - Problèmes de sécurité.

L'après-midi aura lieu une présentation de matériel informatique.

Liste des visites

Mardi 26 octobre (après-midi)

- V₁ *Centre d'essais Michelin de Ladoux* : essais sur véhicules (recommandé aux amateurs d'émotions fortes) (pour 40 participants). Retour gare vers 18 h 15 (se munir d'une carte d'identité).
- V₂ *Centre d'information Michelin* : les techniques de fabrication du pneumatique (pour 90 participants). Retour gare à 18 h.
- V₃ *Thiers* : visite du musée de la coutellerie et de la vieille ville pour 50 participants. Retour gare vers 18 h 30.
- V₄ *Vichy* : 2 groupes de 50 participants visiteront alternativement les installations de la Compagnie Fermière (grand établissement et Institut Louison-Bobet) et l'usine Manurhin (mécanique de précision, matériels de mesures et contrôles). Vers 17 h 30, cocktail offert par la Compagnie Fermière aux 100 participants. Retour à Clermont à 19 h.
- V₅ *Ambert* : visite du moulin à papier « Richard de Bas », le plus ancien de France où se fabrique de façon artisanale artisanale un très joli papier à inclusion de fleurs des champs. Retour gare vers 19 h.
- V₆ *Parc des Volcans* : Clermont - Royat - Le col de la Moreno - Orcival (visite de l'église romane) - Roches tuilière et sanadoire - Lac de Guéry - Le Mont-Dore - Le Pied du Sancy (arrêt) - Le col de la Croix-Saint-Robert - La vallée de Chaudefour - Lac Chambon (arrêt) - Murol (vue sur les ruines du château féodal) - Saint-Nectaire (visite de l'église) - Retour par Champeix - Plauzat N° 9 - Arrivée Clermont vers 19 h.
-

HORAIRES S.N.C.F.

(valables jusqu'au 25 septembre ;
ensuite, variation de quelques minutes)

Clermont-Paris (via Nevers) :

12 h 59 → 16 h 54	} Directs
17 h 50 → 21 h 39	
19 h 20 → 23 h 15	

Clermont-Nantes (via Bourges, Angers) - Changement à Saint-Germain-des-Fossés :

16 h 02 → 21 h 38
18 h 21 → 00 h 36
20 h 38 → 5 h 32

Clermont-Lyon :

18 h 16 → 21 h 46	Direct (via Thiers)
20 h 38 → 23 h 29	Changement à Saint-Germain-des-F.

(puis Besançon-Strasbourg)

13 h 55 - 16 h 35 (Lyon) - 21 h 07 (Besançon) - 23 h 46 (Strasbourg).

Clermont-Toulouse :

14 h 33 → 20 h 33	Changement à Brive
17 h 21 → 23 h 43	Changement à Brive
19 h 20 → 4 h 20	Changement à Aurillac

Clermont-Limoges-Périgueux-Bordeaux :

23 h 30 → 7 h 04	
17 h 11 → 23 h 25	Changement à Gannat

Clermont-Brive-Bordeaux :

14 h 33 → 20 h 32	Changement à Brive
-------------------	--------------------

Clermont-Nîmes-Marseille :

16 h 46 → 21 h 46 → 23 h 17	Changement à Nîmes
12 h 51 → 17 h 45 → 18 h 22	Direct.

FICHE n° 1

CONGRES DE PHYSIQUE - CLERMONT-FERRAND

les 23, 24, 25, 26 octobre 1982

INSCRIPTION

NOM : Mme, Mlle, M. :

Prénom : Tél. personnel : (.....)

Adresse personnelle :

Etablissement d'exercice :

Ville : Code postal :

Académie : Département :

Etes-vous accompagné(e) par des personnes ne participant pas
aux activités scientifiques mais souhaitant participer aux
« autres activités » ? OUI NON

Combien ?

Etes-vous accompagnés d'enfants à garder ? Nombre :

Age :

Arrivée à Clermont :

Date : heure approximative :

par : TRAIN AUTO AVION

Désirez-vous des fichets de Congrès S.N.C.F. ?

OUI NON COMBIEN ? (1) :

Repas de midi au restaurant des Stagiaires des Impôts.

Prix : 25 F (boisson et café compris).

Indiquez le nombre de tickets désirés :

- Pour le samedi 23 octobre : Midi Soir
- Pour le dimanche 24 octobre : Midi Soir
- Pour le lundi 25 octobre : Midi Soir
- Pour le mardi 26 octobre : Midi

BANQUET et SOIREE DANSANTE. Prix : 120 F.

Participerez-vous au banquet ? OUI NON

Combien de personnes ? :

Montant du chèque (au nom de l'Union des Physiciens).

Droits d'inscription (2) :

— membres actifs ou adhérents de l'U.d.P. ou de l'A.P.I.S.P. et les personnes les accompagnant	60 F ×	=
— non membres actifs ou adhérents et personnes les accompagnant	150 F ×	=
Restaurant des Stagiaires des Impôts .	25 F ×	=
Banquet	120 F ×	=
Acompte logement (par chambre) :		
Hôtel 1 ou 2 étoiles	200 F ×	=
Hôtel 3 ou 4 étoiles	300 F ×	=

TOTAL :

Les fiches 1 - 2 - 3 - 4 - 5 sont à retourner :

AVANT LE 25 SEPTEMBRE

M^{me} BOULANGER Anne-Marie,
26, place Delille - 63000 Clermont-Ferrand.

Joindre une enveloppe timbrée à 3 F 30 portant votre adresse.

(1) Ont droit à un fichet de Congrès S.N.C.F. : le participant, son conjoint et ses enfants mineurs célibataires.

(2) Le montant des droits d'inscription est dû par tout participant aux activités du Congrès, y compris les accompagnateurs qui ne participeraient pas aux activités scientifiques. Le tarif réduit est réservé aux membres actifs ou adhérents des associations et aux accompagnateurs définis ci-dessus. Les abonnés au B.U.P. non membres actifs ou adhérents doivent payer le tarif plein.

FICHE n° 2

Demande d'ordre de mission Clermont-Ferrand 1982

*Demande d'ordre de mission avec autorisation d'absence pour
le samedi 23 octobre 1982.*

NOM : Prénom :

GRADE : Echelon :

FONCTION :

ETABLISSEMENT :

Ville : Code postal :

Académie : Département :

Adresse personnelle :

Ville : Code postal :

Tél. person. : (.....)

Sauf pour les Collègues de l'Académie de Clermont-Ferrand,
ordre de mission et autorisation d'absence sont indissociables.

Le nombre d'ordres de mission étant limité, ils seront attribués *dans l'ordre d'arrivée* des demandes. Cependant, il est demandé aux Collègues dont les indices sont les plus élevés et *qui n'ont pas besoin d'autorisation d'absence le 23 octobre*, de renoncer au remboursement des frais de voyage. Dans ce cas, renvoyer cette fiche rayée d'une croix. Merci.

Ceux qui demandent un ordre de mission sont priés de cocher l'une des trois cases ci-dessous.

En absence d'ordre de mission :

- a : j'annule mon inscription ;
- b : je maintiens mon inscription pour la totalité des
« Journées » ;
- c : je maintiens mon inscription à partir du

FICHE n° 3

Clermont-Ferrand 1982

Inscription aux visites

DU MARDI 26 OCTOBRE 1982.

M^{me}, M^{lle}, M. (1)

Etablissement :

Ville : Code postal :

Je souhaite participer à l'une des visites.

Je serai accompagné de personnes inscrites fiche n° 1 et ne participant pas aux autres activités scientifiques.

(La présence d'enfants est à déconseiller dans les visites Michelin).

Choisissez les 4 visites qui vous intéressent le plus et indiquez votre ordre de préférence par un numéro dans les cases.

Le maximum sera fait pour vous satisfaire.

VISITE V ₁	<input type="text"/>
VISITE V ₂	<input type="text"/>
VISITE V ₃	<input type="text"/>

VISITE V ₄	<input type="text"/>
VISITE V ₅	<input type="text"/>
VISITE V ₆	<input type="text"/>

(1) Rayer les mentions inutiles.

FICHE n° 4

Clermont-Ferrand 1982

Inscription aux ateliers
du lundi 25 octobre 1982M^{me} M^{lle}, M. :

Etablissement :

Ville : Code postal :

souhaite participer à l'un des ateliers.

Choisissez les 4 ateliers qui vous intéressent le plus et indiquez votre ordre de préférence par un numéro dans les cases.

Le maximum sera fait pour vous satisfaire.

Matin

ATELIER 1

ATELIER 2

ATELIER 3

ATELIER 4

ATELIER 5

Après-midi

ATELIER 6

ATELIER 7

ATELIER 8

ATELIER 9

FICHE n° 5

Hébergement

NOM (en majuscules) :

Adresse complète :

désire la réservation de chambre(s) à lit(s)

pour personne(s) - pour nuit(s)

du : au soir, au au matin,...

dans un hôtel de catégorie étoile(s) ou, à défaut

..... étoile(s)

AVEC

SANS

BAIN ou DOUCHE (1)

Secteur souhaité : Gare Centre Ville.

Tarif approximatif des chambres (2) : Petit déjeuner inclus (T.T.C.).

1 étoile 75 à 120 F,

2 étoiles 90 à 165 F,

3 étoiles 135 à 250 F,

4 étoiles 240 à 300 F.

— Pour les catégories : 1 et 2 étoiles, un acompte de 200 F est demandé. Pour les catégories 3 et 4 étoiles, un acompte de 300 F.

— Les réservations seront closes le 25 septembre.

— Dès le 1^{er} octobre 1982, l'hôtel confirmera la réservation et le versement des arrhes.

(1) Rayer les mentions inutiles.

(2) Les prix correspondant à chaque catégorie d'hôtel ne sont donnés qu'à titre indicatif. La liberté des prix fait que la « fourchette » est très large.

Journées nationales de l'Union des Physiciens

Clermont-Ferrand - Octobre 1982

COMPTE RENDU DES ATELIERS

Atelier 1 : HISTOIRE DES SCIENCES.

Il a connu un beau succès et a dû être dédoublé (80 participants). Animé par MM. Jean ROSMORDUC (Université de Bretagne occidentale) et Jacques DUBOIS (Tours), avec la participation de M. l'Inspecteur Général GIÉ, il avait pour sujet : Pourquoi, comment introduire une dimension historique dans notre enseignement.

I. Pourquoi.

1. Argument pédagogique : meilleure compréhension des grandes idées scientifiques, concepts... ; l'évolution historique des concepts peut être parallèle à l'évolution psychologique de l'individu.

2. Abandon d'un enseignement par trop dogmatique qui ne vise que la formation hâtive de praticiens.

3. Nécessité de la pluridisciplinarité, demandée par l'ensemble des disciplines ; la réflexion sur la Science appartient à la fois au philosophe, à l'historien et au scientifique.

4. Acquisition d'une culture scientifique : développement du sens critique, distinction entre science et pseudo-science.

II. Comment.

— La dimension historique ne doit pas être confondue avec la méthode de redécouverte dite historique.

— De même elle ne doit pas être l'objet d'un programme spécial mais être un état d'esprit permettant d'imprégner notre enseignement en redonnant à la Science sa juste place dans la pensée humaine.

— Et par-là même, elle implique une formation complémentaire des enseignants.

III. Vœu des participants à l'atelier.

Voir ci-après le compte rendu de l'Assemblée générale.

Atelier 2 : INFORMATIQUE.

L'atelier « Informatique » s'est déroulé en trois étapes. Dans un premier temps, nos collègues TRIGEASSOU (Poitiers) et DUREY (E.N.S. Saint-Cloud) nous ont présenté deux exposés axés sur la notion de modélisation. Dans une deuxième étape, une discussion a permis de préciser certains aspects des problèmes de modélisation puis d'aborder des problèmes plus généraux concernant l'informatique dans l'enseignement des Sciences physiques. Enfin, l'après-midi a été consacré à l'essai, par les collègues intéressés, des logiciels d'enseignement assisté par ordinateur (E.A.O.) de la bibliothèque de didacticiels diffusée par le C.N.D.P. et de didacticiels écrits par un collègue (FAVRE-NICOLIN, Grenoble) qui seront prochainement publiés.

Indiquons brièvement le contenu des deux exposés :

- * Le premier visait à décrire quelques procédures d'obtention (par identification, notion développée par la théorie des systèmes) de modèles mathématiques (modèles de conduite) à partir de résultats expérimentaux — méthode des moindres carrés par exemple.
- * Le deuxième exposé illustre l'utilisation de l'ordinateur de deux façons différentes :
 - utilisation de l'outil informatique pour résoudre des problèmes non solubles littéralement ;
 - utilisation de l'informatique pour la mise en œuvre d'un modèle de connaissance dans quelques cas concrets (et souvent spectaculaires !) : coup franc de Platini, balle de service de Lendl, trajectoire d'une balle de golf...

L'informatique devrait donc nous permettre de nous intéresser prioritairement au phénomène physique, à la critique de la démarche expérimentale, sans s'égarer comme cela est trop souvent le cas dans la résolution littérale de problèmes mathématiques complexes.

La discussion a ensuite porté sur trois points :

- 1° Approbations, commentaires et interrogations en liaison avec les exposés précédents :
 - les physiciens doivent absolument être partie prenante en informatique et les exemples présentés ont convaincu la majorité de l'auditoire que l'on pouvait rester physicien et faire de l'informatique ;
 - les exemples présentés sont plutôt du domaine de l'enseignement supérieur. Ils n'ont pas encore été testés dans l'enseignement secondaire mais doivent pouvoir être transposés en utilisant peut-être d'autres thèmes. Le but immé-

diat de ces travaux est plutôt de définir de nouveaux objectifs pédagogiques d'utilisation de l'informatique. Nous nous situons actuellement à un carrefour entre pédagogie, sciences physiques et informatique. Comment se construire une « doctrine » qui intègre ces trois composantes ?

- les méthodes présentées restent-elles pédagogiquement valables si les élèves n'écrivent pas eux-mêmes les programmes correspondant au fonctionnement des modèles ? (implications : microordinateur en salle de T.P., connaissance de rudiments d'informatique par les élèves...);
- les méthodes présentées ne risquent-elles pas d'accuser le glissement de notre enseignement vers l'abstraction et le « langage informatique », par son formalisme, ne risque-t-il pas de devenir assez réducteur ?

La réponse de nos collègues à ce sujet semble être au contraire que ces méthodes devraient nous permettre de nous rapprocher de la méthode expérimentale, c'est-à-dire de la « vraie physique », celle qui nous entoure d'une part, et celle qui est pratiquée journallement dans les laboratoires.

2° Problèmes de matériels.

Toutes les applications évoquées précédemment nécessitent de façon impérative l'utilisation de matériels spécifiques. Différents matériels ont été évoqués :

- en premier lieu, des tables traçantes.
On peut toutefois penser également à d'autres systèmes tels que des systèmes de recopie d'écran ;
- écrans graphiques en plus grand nombre ;
- certaines tables traçantes (plus sophistiquées) peuvent également fonctionner en entrée (tables à digitaliser) ;
- certains capteurs permettraient des saisies automatiques de données moyennant le choix judicieux du microordinateur et l'adjonction d'un système d'acquisition de données ;
- accès privilégié à la salle des microordinateurs, ou mieux un microordinateur au moins dans les salles de T.P.

En résumé, il semble que les problèmes de matériel soient fondamentaux. Il est indispensable de définir un cahier de charge précis dans ce domaine, un des éléments de base devant être la « transparence » des systèmes retenus en vue de leur adaptation.

M. l'Inspecteur Général ODERMATT nous fait part d'une échéance en décembre 1982 pour les orientations de politique d'achat de matériels pour la rentrée 1983.

Les problèmes de matériels doivent être étudiés à la fois dans leur spécificité mais également en relation avec les autres disciplines qui peuvent avoir des besoins analogues.

La commission « informatique » de l'U.d.P. devrait se pencher sur ce problème.

3° Problèmes de formation des enseignants :

- beaucoup de collègues ne pensent pas pouvoir appliquer des méthodes telles que celles qui nous ont été décrites sans une formation approfondie en informatique. D'autres pensent qu'une auto-formation (calculatrice programmable, petits microordinateurs et notices d'utilisation) est suffisante pour un certain nombre d'utilisations ;
- le problème de la spécificité des formations existantes est évoqué à plusieurs reprises. Sans remettre en cause leur aspect pluridisciplinaire, beaucoup de collègues regrettent qu'une formation spécifique aux sciences physiques ne leur soit pas proposée ;
- les problèmes de « langage » ont été à plusieurs reprises évoqués :
 - pourquoi le « L.S.E. » ?
 - ne risque-t-on pas de se couper du reste du « monde informatique » en utilisant un langage spécifique à l'Education Nationale ?
 - le choix d'un langage est-il réellement important ou bien ne doit-on pas surtout s'intéresser aux méthodes d'analyse structurées actuelles qui devraient permettre de dépasser les problèmes de langage ?
 - le problème de langage doit-il être posé de la même façon quand il s'agit d'écrire de gros didacticiels d'E.A.O. (voir aussi les problèmes de langages d'auteurs) ou de petits logiciels de calcul pour faire « tourner » de petits modèles ?

Enfin, deux informations ont été apportées dans des domaines qui dépassent le cadre des sciences physiques :

- existence de certaines expérimentations à l'école élémentaire et dans les écoles normales, centrées sur des problèmes d'E.A.O. ou d'étude de l' « environnement informatique » de jeunes enfants. Ces expériences utilisent des matériels et des langages variés, entre autres « LOGO » ;
- existence d'une association « Enseignement public et Informatique » (E.P.I.) qui regroupe des enseignants de toutes disciplines intéressés par les problèmes d'informatique pédagogique.

Atelier 3 : UTILISATION DU RETROPROJECTEUR.

Cet atelier a regroupé une soixantaine de participants. Il s'est décomposé en deux parties :

I. *Une partie « Informations »*, dans laquelle ont été abordés les points suivants :

- le matériel de rétroprojection (prix - critères de choix - adresses de détaillants) ;
- les techniques de la rétroprojection (utilisation des rouleaux - effaçage sélectif - technique de superposition - technique des caches - animation à partir de trames polarisantes) ;
- la réalisation d'un transparent (fabrication manuelle et mécanique).

II. *Une partie « Réalisations »* où il s'agissait, à partir des idées et documents présentés au I. de concevoir et de fabriquer un ensemble de transparents.

Le peu de temps disponible pour cette deuxième partie et la salle où se tenait l'atelier (peu propice à un travail minutieux) ont provoqué « l'abandon » de certains participants (il serait bon de prévoir une journée entière pour ce type d'atelier).

Cependant, certains documents ont pu, sinon être achevés, du moins bien avancés : structure cristalline du chlorure de sodium, présentation du rétroprojecteur, interférences : surfaces d'ondes et surfaces équiphases...

N.B. — Toutes les informations relatives à la partie I. sont détaillées dans une brochure « Le rétroprojecteur en Sciences physiques » par G. CHEVET. On y trouvera également de nombreuses suggestions pour la réalisation de documents pour la classe de 2^e. Cette brochure est en vente (55 F) au :

C.D.D.P. du Val-de-Marne,

Rue Raymond-Poincaré - 94000 Créteil.

Atelier 4 : LABORATOIRE - MATERIEL.

Plusieurs problèmes ont été ébauchés : personnel de laboratoire, crédit, maintenance, achat de matériel, taxe d'apprentissage.

Personnel.

Il existe un besoin urgent de personnel, surtout dans les collèges. Il faudrait obtenir le plus tôt possible, un poste par établissement. Ces nominations devant se faire sans redéploiement.

Il est nécessaire de définir un barème d'attribution de postes.

En ce qui concerne les aides techniques, il faudrait que cesse l'aberration qui consiste à associer un recrutement par académie à une gestion nationale.

Il serait souhaitable, surtout dans les lycées techniques qu'il existe un statut de professeur chargé de laboratoire peut-être analogue à celui de chef des travaux.

Crédit.

Pour pouvoir défendre les demandes de crédit, il est indispensable :

a) que les professeurs chargés de laboratoire aient une connaissance précise de la manière dont est constitué un budget de lycée (peut-être par l'intermédiaire de l'U.d.P.).

b) qu'il existe sur le plan national une liste de matériel minimale nécessaire pour pouvoir enseigner.

Maintenance.

Sur le plan régional, il existe ou il est en formation quelques essais d'organisation au niveau académique. Il faut demander avec fermeté l'augmentation puis la généralisation de telles équipes sur l'ensemble de la France.

Achat de matériel.

Face à la décentralisation et à la disparition du C.E.M.S., nous sommes intéressés par une définition pédagogique et technique du matériel utile faite sur un plan national.

Quant à l'achat, la création de groupements d'achats régionaux ayant des moyens pour fonctionner devrait être envisagée. Une étude et des essais devraient être réalisés dans ce sens. Le rôle moteur d'un acheteur national semble douteux.

Taxe d'apprentissage.

La perception anarchique de cette taxe peut amener à de très gros écarts entre établissements bénéficiant de cette taxe. La répartition pourrait être à revoir

Atelier 5 : ENSEIGNEMENT DE LA CHIMIE.

1. *Les projets de programmes de chimie en terminales C, D, E* ont été lus pour information. On rappelle que les horaires sont alignés (3,5 h + 15 h), ces projets ne sont pas encore votés au C.E.G.T. ; en terminales C et E : peu de changement : une liste d'acides et de bases est introduite, les commentaires sont modifiés sensiblement. En terminale D, la chimie organique a été complètement repensée. La présentation des amines donne l'occa-

sion de montrer l'aspect basique et nucléophile de ces dérivés vis-à-vis de composés halogénés (réaction d'Hoffman); la chimie organique biologique permet d'introduire un peu de stéréochimie : des collègues ont demandé de préciser l'objectif à atteindre lors de l'étude des amines, il s'agit en fait d'une présentation plus moderne et plus logique de la chimie organique : les centres riches en électrons sont attirés par les centres pauvres en électrons.

2. Relations avec l'Enseignement Supérieur.

a) PRÉPARATION DU CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA CHIMIE A MONTPELLIER (21 - 26 août 1983). C'est une manifestation de l'I.U.P.A.C. A la suite de la demande de l'U.d.P., on peut considérer qu'un nombre limité, certes, de collègues enseignant dans le Secondaire bénéficieront d'une prise en charge des frais de mission par le Ministre de l'Éducation Nationale : cela correspond à 2 collègues par Académie — environ. L'organisation de ce Congrès souhaite qu'un certain nombre de collègues du Secondaire (Premier Cycle inclus) présentent des communications écrites par voie d'affiche, à tous les niveaux.

Des lettres du Bureau National de l'U.d.P. aux Sections académiques et un rappel dans le Bulletin de janvier préciseront les modalités d'inscription définitive. Dès maintenant, il est souhaitable que les volontaires se fassent connaître auprès du Président de la Section académique : on rappelle que le français est langue officielle au Congrès !

b) M. ARNAUD (Président de la Division Enseignement de la Chimie, à la Société Chimique de France) a présenté aux collègues la future SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE CHIMIE : fusion de trois associations actuellement indépendantes (Société Chimique de France, Société de Chimie physique et Société de Chimie industrielle). Une revue « *Actualité chimique* » est un mensuel, en cours de rénovation ; une part importante sera consacrée à l'enseignement dans le style (J. Chem. Ed.); on souhaite vivement qu'un certain nombre de collègues envoient des traductions à l'Actualité Chimique, 250, rue Saint-Jacques - 75005 Paris.

De plus, l'existence de Sections Régionales de la S.C.F. permettra de développer les liens entre l'U.d.P. et la S.C.F.; nous pensons d'abord au niveau de la formation des maîtres.

M. ARNAUD a précisé qu'un Prix est délivré par la Division Enseignement de la Société Chimique de France en 1983. Il serait souhaitable que les enseignants du Secondaire fassent acte de candidature ; l'U.d.P. ne pouvant, bien sûr, proposer aucun nom ! Une publicité sera faite dans le Bulletin dans ce sens.

3. Les Olympiades de Chimie.

On rappelle qu'en 1982 six centres de préparation ont fonctionné : Paris, Marseille, Strasbourg, Dunkerque, Rennes, Lyon.

Une présélection de 10 candidats eut lieu en juin à Paris. Quatre candidats français originaires de classes de Math.-Sup. ont ramené trois médailles de bronze de Stockholm. Les prochaines olympiades auront lieu à Bucarest. Il faut rappeler que le recrutement s'adresse en principe aux élèves issus de terminales ! Donc, il serait souhaitable qu'un certain nombre d'élèves de terminales soient concernés ! Il faudrait, selon les collègues, organiser un centre de préparation aux épreuves pratiques.

4. « L'enseignement de la Chimie en France et à l'étranger »...

Nous avons regardé trois exemples différents : Hollande, Belgique, Italie. Le débat a été difficile. Signalons quelques questions posées par les collègues :

- la répartition physique-chimie dans les concours actuels des C.A.P.E.S. et Agrégations est-elle satisfaisante ?
- les coefficients 7 et 13 au baccalauréat motivent-ils les élèves pour la chimie ?
- le style des questions posées au baccalauréat ne risque-t-il pas de « fossiliser » la discipline ?
- des collègues ont fait remarquer à nouveau cette année que l'enseignement de la chimie organique « passe très mal » au lycée ;
- d'autres signalent que des expériences sont délicates à interpréter : il y a un besoin réel d'expériences bien expliquées par les schémas et modèles proposés ;
- on regrette dans l'enseignement technique que, dans la formation initiale des maîtres, il n'y ait pas de chimie industrielle ;
- une question a été : Est-ce que le choix entre un enseignement général ou un enseignement optionnel permettrait d'améliorer l'enseignement de la chimie ? M^{lle} RÉMY, Présidente de l'Association des Professeurs de Physique et Chimie en Belgique a présenté les avantages et les inconvénients de l'enseignement optionnel ;
- enfin, nous nous sommes demandés si l'enseignement de la Chimie reposait sur une démarche bien spécifique (liée à l'expérimentation) ou si elle « s'inscrivait » dans celle de l'enseignement de la Physique.

Atelier 6 : PREMIER CYCLE.

Le groupe de travail fait d'abord le point sur les diverses informations en notre possession sur les travaux de la commission Legrand. Le rapport de cette commission, portant sur les structures des collèges sera déposé en décembre prochain.

Par ailleurs, les contenus des programmes feront l'objet de discussions prochaines auxquelles l'U.d.P. a obtenu de participer.

Dans les documents dont nous avons eu connaissance, les Sciences physiques entreraient dans des cadres flous, tels que les Sciences expérimentales, les Sciences de la nature, appellations qui nous inquiètent. En effet, tout en souhaitant une collaboration accrue entre les disciplines, nous ne voudrions pas que les Sciences physiques disparaissent, diluées dans un ensemble vague.

Il serait aussi question, dans les rapports de la commission Legrand d'introduire, dans l'enseignement, l'étude d'objets techniques. Le groupe tient à préciser que l'on peut envisager une étude sérieuse de la technologie mais entièrement distincte de la physique et enseignée par des professeurs formés pour cette discipline.

Par ailleurs, certains collègues pensent que des objets techniques bien choisis peuvent parfois servir de points de départ concrets pour dégager les concepts de la physique — l'objet étant un moyen mais non une fin en lui-même.

A propos des effectifs, le rapport Legrand nous apporterait quelques espoirs — modestes — : les groupes d'élèves constitués pour l'enseignement des Sciences seraient inférieurs à 20. Les collègues unanimes insistent à nouveau sur ce problème des effectifs qui est l'obstacle majeur rencontré par l'enseignement dans les collèges, beaucoup d'autres problèmes disparaîtraient si celui-ci était résolu.

En effet, à cause du trop grand nombre d'élèves, du faible horaire hebdomadaire, les professeurs connaissent mal leurs élèves et l'impact de l'enseignement en est diminué.

Aussi certains proposent que l'on demande, au lieu de 1 heure et demie hebdomadaire pendant une année, 3 heures hebdomadaires pendant un semestre. Les avantages et les inconvénients de ce système sont discutés et les avis restent partagés sur son opportunité.

La collaboration entre les différentes disciplines est assurément souhaitée mais le groupe n'a pas eu le temps d'étudier les diverses possibilités en ce domaine.

Le problème des objectifs a ensuite fait l'objet d'un large échange de vue qui a révélé la diversité des opinions des collègues sur leur conception de l'enseignement dans les collèges.

Cette discussion, fructueuse pour les participants, n'a pas pu aboutir dans le temps imparti à des conclusions d'ensemble.

Mais voici quelques-unes des questions soulevées :

La première difficulté pour définir les finalités réside dans la diversité des élèves ; il faut arriver à concilier les acquisitions

souhaitables pour les enfants quittant l'enseignement en 3^e avec celles qui seraient utiles à ceux qui entrent au lycée.

M. MARTINAND propose de réfléchir à un ensemble de domaines d'étude permettant aux enfants de se familiariser avec les phénomènes réels, puis de définir des concepts fondamentaux qui seraient dégagés des divers domaines où les enfants expérimenteraient.

Pour simplifier la discussion, le groupe choisit l'exemple de l'électricité.

A ce sujet, plusieurs questions sont débattues :

- quelles notions peuvent acquérir les enfants et à quel âge ?
- quelles connaissances sont souhaitables pour les élèves au moment où ils quittent le collège ?
- quelle place faut-il donner à l'utilisation des appareils de mesure électrique ?
- comment introduire la notion d'énergie et de puissance électrique ?

Une discussion sur ce dernier point a montré le profit que l'on peut tirer de la confrontation des diverses démarches possibles pour atteindre un même objectif.

Faute de temps, le groupe n'a pu aller plus loin et M^{lle} BARBOUX a demandé aux sections académiques de poursuivre la réflexion pour que l'U.d.P. puisse présenter un projet cohérent lorsqu'elle sera consultée.

Atelier 7 : ENSEIGNEMENT TECHNIQUE.

Sept sujets ont été abordés ; M. ODERMATT étant venu dans la dernière heure répondre aux questions des participants.

1. Programmes et horaires.

Les programmes et les horaires des sections F de 1 à 10 et de la section H, ont subi des modifications. A la rentrée, dans la plupart des établissements, ces modifications n'étaient pas connues. Nous protestons contre le fait que ces programmes ne paraissent pas au B.O., contrairement à ceux de l'enseignement général.

2. Groupes de T.P.

On constate une grande diversité dans la constitution des groupes de T.P. dans les établissements : ici, une classe de 15 divisée en 2 groupes ; là, des groupes de 18. Seuls les biologistes, en section F₇ et F_{7 bis}, bénéficient de ce que l'on nous avait laissé espérer l'an dernier : des groupes d'atelier.

Le vœu de l'assemblée générale du 28 juin 1981 est toujours valable : les activités de laboratoire à caractère professionnel pour l'ensemble des sections F doivent être mis sur le même plan que les travaux d'atelier et, de ce fait, ne pas être dispensés à des groupes supérieurs à 12. Pour des raisons de matériel, d'efficacité et de sécurité, ces groupes peuvent être dans certains cas, inférieurs à 12.

3. Essais et mesures en F₃.

Un *statu quo* entre Inspection Générale des Sciences physiques et Inspection Générale des Techniques industrielles s'est établi sur la répartition 50-50 des Essais et Mesures en Première et Terminale F₃. On tendrait vers cette répartition, non pas brusquement, mais à l'occasion de mutations et de départs à la retraite. Toutefois, les collègues enseignant en F₃ continuent de réclamer que, pour des raisons pédagogiques, l'enseignement des Essais et Mesures en Première F₃ soit effectué par le professeur de Sciences physiques chargé de l'enseignement théorique. Par contre, en Terminale, la collaboration avec les collègues d'atelier semble nécessaire et fructueuse.

4. Première E.

Nous protestons contre l'oubli des heures de soutien en Première E alors qu'elles existent en Première S.

5. Formation initiale.

Il est difficile de trouver des candidats aux C.A.P.E.S. et Agrégation de Sciences physiques, option Physique appliquée. Les lauréats échappent à l'Enseignement technique. De là découlent les problèmes que nous avons, en particulier en section F₃. On notera qu'au C.A.P.E.S. extraordinaire de décembre, il n'y aura pas de recrutement en Physique appliquée.

6. Formation permanente.

M. ODERMATT nous a apporté des précisions sur les actions de formation permanente à l'intention de l'enseignement technique :

- sur le plan de la gestion nationale, il reste deux stages d'ici la fin de l'année : 2 jours en Electronique et 2 jours en Contrôle industriel et Régulation automatique ;
- pour 1983, la structure se met en place, avec gestion académique.

7. Seconde option lourde.

Les collègues remarquent que les conditions de recrutement sont plus difficiles depuis la création de Seconde indifférenciée, et que le niveau tend à être inférieur à ce qu'il était par le passé.

En ce qui concerne le passage de Seconde indifférenciée vers les Premières F, pour des élèves n'ayant pas subi l'option lourde, il convient d'être vigilant. En aucun cas, cette réorientation ne doit être due à un niveau insuffisant. Ce n'est pas parce qu'un élève est jugé inapte à l'accès en Première S, donc à l'enseignement général, qu'il faut l'envoyer en Première F, dans l'enseignement technique.

Atelier 8 : FORMATION CONTINUE.

L'atelier a fait le bilan des actions entreprises l'an dernier et de celles envisagées cette année. En 1981-1982, les stages ont été essentiellement organisés pour les enseignants du Premier Cycle : stages longs de 36 ou 72 heures qui, très souvent, sont plutôt des compléments de formation initiale, ou stages courts de quelques demi-journées. Les P.E.G.C. bénéficient en général d'1 H.S. pour 2 heures de stages. Dans les lycées, ceux-ci sont très ponctuels et sur la base du bénévolat.

Cette année, un certain nombre des actions concernant le Premier Cycle sont reconduites, avec 1 H.S. par heure de formation, et sans doute moins de stagiaires, dans quelques académies elles ont pour l'instant disparu faute de crédits. Pour les lycées, il y a toujours très peu de stages d'organisés.

Le Professeur HENNEQUIN, chargé de mission académique pour la formation des maîtres (Clermont-Ferrand) a expliqué à l'atelier le fonctionnement d'une mission ; celle-ci joue le rôle de coordination entre divers établissements de formation, l'administration et le personnel. Les moyens financiers restent à la disposition du Rectorat, qui distribue les crédits entre les disciplines. Ces crédits représentent actuellement 4 heures de formation par enseignant et par an, ce qui est encore bien éloigné d'une semaine annuelle. L'atelier remarque que les instituteurs peuvent bénéficier de stages beaucoup plus longs.

Certaines académies envisagent la création d'I.R.E.S.P.T. ; cette idée est admise sous réserve d'une bonne collaboration entre les divers ordres d'enseignement.

Il faut signaler que le calendrier national des stages n'existe plus, et que les stages nationaux devront être inscrits au calendrier académique.

Une discussion s'engage sur les conditions de la formation continuée, et l'atelier décide de résumer ses conclusions dans une motion qui sera présentée à l'assemblée générale (voir ci-après).

Atelier 9 : SECONDE DE DETERMINATION.

Il a attiré de nombreux participants (environ 75, il y a eu quelques allées et venues).

I. Hétérogénéité.

Elle est effective à cause de l'origine des élèves : disparité des collèges par le programme traité, l'équipement, la formation des maîtres.

Les lycées ont, pour la plupart (environ 80 %), réparti les élèves par options (langues mortes, vivantes, gestion...), ce qui fausse la signification de la Seconde de détermination. Cette signification est encore plus faussée pour les élèves allant ensuite en sections E et F et qui doivent avoir choisi l'option lourde en Seconde.

Quelques solutions proposées :

- définition d'un programme noyau très modeste dans le Premier Cycle pour qu'il soit acquis par tous ;
- donner la possibilité au professeur du Premier Cycle de dispenser un enseignement expérimental avec des groupes comportant moins d'élèves ;
- diminuer l'effectif par classe de Seconde qui avoisine trop souvent 34 élèves ;
- expérience réalisée dans un lycée de Sète (voir B.U.P. n° 649, décembre 1982, p. 391) : association de deux classes pour former deux groupes de rapidités différentes, avec possibilité de passage d'un groupe à l'autre au cours de l'année.

Une minorité de collègues souhaite une hétérogénéité totale (niveaux et options).

II. Orientation en fin de seconde.

Elle ne semble pas avoir posé de problèmes pour la majorité des participants.

Des passerelles sont souhaitées pour le passage en Première F et E après une Seconde sans option lourde. Cette année, le passage en Première A₁, A₂, A₃ a été faussé car l'arrêté n'est paru qu'à Noël 1981.

On pose la question de savoir si plus ou moins d'élèves ont été orientés en Première S par rapport aux anciennes classes de Première C et de Première D :

moins d'élèves en Première S	11
plus	22
autant	15.

Il est souhaité à ce propos une étude plus précise.

III. Avantages et inconvénients constatés en première.

Pour une bonne partie des collègues, l'attitude des élèves s'est améliorée en Première A et Première B en ce début d'année

scolaire ; mais il ne faut pas oublier que ces élèves provenant de la Seconde de détermination bénéficient cette année d'une heure de travaux pratiques hebdomadaire, ce qui correspond à une amélioration des conditions de travail.

Certains constatent une amélioration de l'ambiance de travail en Première S par rapport aux anciennes classes de Première D. Dans la majorité des lycées, la répartition des élèves a été quelconque dans les classes de Première S ; on signale cependant quelques établissements où on a reconstitué, en fait, les anciennes classes de Première C et Première D.

IV. Programmes.

On note que certains collègues sont gênés par le fait qu'il y a un lien trop étroit entre le programme de mécanique et l'utilisation de l'unique méthode expérimentale de la table à coussin d'air.

Si la partie par laquelle on commence est avantagée, les collègues, dans la majorité, consacrent plus de temps à l'enseignement de la mécanique qu'à celui de l'électricité.

A la question : « Le programme a-t-il été traité entièrement ? »

- 10 répondent oui ;
- 21 n'ont pas traité le montage électronique ;
- 12 n'ont pu terminer, en plus, soit la fin de la mécanique, ou de l'électricité, ou de la chimie.

V. Horaires.

Les collègues sont gênés par le passage de 2 heures à 1 heure et demie de T.P. Certains demandent une demi-heure de plus, une large majorité des autres demande, à volume horaire constant pour l'élève :

- 2 heures dédoublées, 1 heure et demie non dédoublée.

En ce qui concerne le soutien en 1981-1982, certains établissements n'ont eu droit à rien, d'autres n'ont pu l'assurer pour diverses raisons :

- horaire trop chargé des élèves ;
- incompatibilité entre l'emploi du temps du professeur et celui des élèves ;
- heures de soutien prises entièrement par d'autres disciplines.

Certains ne veulent pas assurer ce soutien pour ne pas alourdir leur service : il est demandé d'intégrer ces heures dans le service des enseignants.

Dans beaucoup d'établissements, la répartition entre de nombreuses disciplines n'a donné aux Sciences physiques que très peu d'heures dans l'année.

M. le Doyen BRESSON vient à la fin de l'atelier pour répondre aux questions et commenter la circulaire élaborée par l'Inspection Générale à propos de la Seconde et diffusée par le canal des Inspecteurs Pédagogiques Régionaux. Cette circulaire n'a pas encore été reçue par 50 % des présents. Une discussion s'engage alors sur certains points de cette circulaire.

STAND SUR LES PROBLEMES DE SECURITE

Ce stand, installé un peu à l'écart dans le hall, a reçu bon nombre de collègues fort heureux d'y trouver une documentation sur les dangers de divers produits chimiques et de l'électricité ainsi que sur les précautions à prendre. Les affiches ont été également très appréciées.

Quelques questions ont été posées concernant des points précis de la réglementation.

D'autres concernaient les travaux pratiques, comme par exemple :

- les fuites de gaz de tuyaux souples plus ou moins percés ;
- l'interdiction d'emploi de bouteilles de butane ;
- le danger d'inflammation de cheveux gonflés ;
- le port d'une blouse de protection...

Le risque d'explosion d'une lampe à alcool n'est pas bien connu.

Quelques transparents ont permis de montrer l'importante augmentation de pression dans l'explosion d'un mélange gazeux, de préciser la caractéristique essentielle d'un transformateur de séparation et celles d'un transformateur de sécurité, de montrer l'importance du flacon de garde dans le montage de la préparation d'un gaz à chaud ainsi que dans celle de certains gaz à froid, d'indiquer une façon de contrôler la pression au cours de ces préparations.

Des dessins de lunettes de protection, d'écran facial, de douches de « sécurité » ont intéressé quelques collègues.

Astronomie à Clermont-Ferrand

Lors des journées de Clermont-Ferrand, l'après-midi réservé à l'Inspection Générale et présidé par M. SAISON, Inspecteur Général, fut consacré à l'enseignement de l'astronomie.

Au cours de cette session, la collaboration entre enseignants et astronomes a été illustrée par plusieurs interventions montrant des exemples d'applications astrophysiques des lois de la physique (L. GOUGUENHEIM) et des exemples d'expériences réalisées à différents niveaux par des enseignants en collège, en école normale, et en lycée (B. SANDRÉ, L. SARRAZIN et C. PIGUET). Voici les résumés de leurs interventions.

LES LOIS PHYSIQUES EN ASTROPHYSIQUE

par L. GOUGUENHEIM,
Université Paris Sud.

A) LES COULEURS DES ASTRES.

— Les *étoiles* ont des couleurs. On voit à l'œil nu que Rigel, dans la constellation d'Orion, est bleue et que, Bételgeuse ou Antares sont rouges. Les étoiles moins brillantes ne paraissent pas colorées, car on est en dessous du seuil de sensibilité à la couleur pour l'œil. Par contre, les couleurs apparaissent dans un télescope ou dans une paire de jumelles (exemple : l'étoile double Albireo, tête du Cygne dont une composante est bleue et la seconde jaune). La couleur est fonction de la température : les étoiles rouges ont une température (superficielle) plus basse que les étoiles bleues. Les lois de rayonnement du corps noir montrent que la longueur d'onde à laquelle un corps noir rayonne le maximum d'intensité est inversement proportionnelle à la température de ce corps noir.

— Le *ciel est bleu* parce que les molécules de l'atmosphère terrestre diffusent la lumière solaire de façon sélective : les courtes longueurs d'onde sont plus diffusées que les grandes longueurs d'onde. Pour la même raison, le Soleil couchant est rouge : dans la grande épaisseur d'atmosphère terrestre traversée par la lumière solaire lorsque le Soleil est bas sur l'horizon, la diffusion

est importante et la lumière qui nous parvient est très appauvrie en photons de courte longueur d'onde proportionnellement, les photons rouges sont moins diffusés.

— C'est ce même effet qui explique que la *Lune éclipsee* apparaisse *rouge*. Pendant une éclipse de Lune, la lumière du Soleil ne parvient pas sur la Lune, parce que la Terre s'interpose entre le Soleil et la Lune. Cependant, l'atmosphère terrestre, dont la densité décroît alors que l'altitude augmente, agit comme un milieu dont l'indice de réfraction croît à mesure que le rayon lumineux se rapproche de la surface de la Terre : le rayon lumineux est donc courbé par l'atmosphère terrestre et peut atteindre la Lune. Ce rayon lumineux traverse une épaisseur d'atmosphère importante et subit donc un effet de diffusion important ; il contient donc une proportion importante de photons rouges (fig. 1).

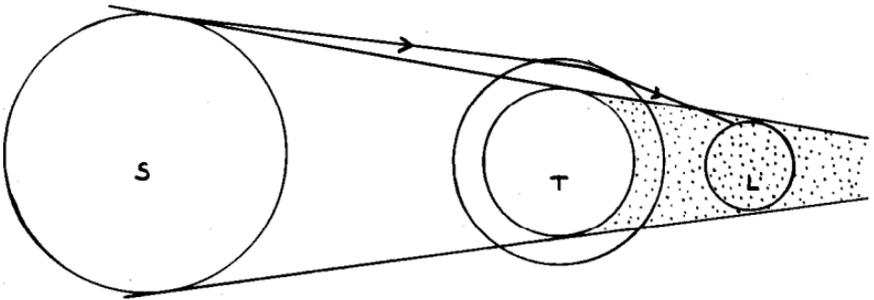


Fig. 1. — Bien que la Lune soit entièrement dans le cône d'ombre de la Terre, elle reçoit un peu de lumière provenant du Soleil. On a indiqué le trajet d'un rayon lumineux courbé par l'atmosphère terrestre.

— Les nuages de gaz interstellaires constituent des *nébuleuses brillantes* en retransmettant la lumière des étoiles. Il y a deux types de nébuleuses brillantes, celles qui diffusent la lumière des étoiles (nébuleuses à diffusion) et celles qui absorbent et réémettent de la lumière (nébuleuses à émission).

* Les NÉBULEUSES A DIFFUSION (exemple : les nébulosités qui entourent les étoiles des Pléiades) sont bleues : la diffusion par les petits grains solides en suspension dans le gaz, appelés « poussières » est sélective en longueur d'onde et diffuse davantage les courtes longueurs d'onde. Corrélativement, la lumière des étoiles reçue sur Terre est rougie. La loi de diffusion n'est pas la même que celle par les molécules de l'atmosphère, mais, qualitativement, le phénomène est similaire.

* LES NÉBULEUSES A ÉMISSION sont toujours situées à proximité d'étoiles très chaudes (donc très bleues). Ces étoiles rayonnent des photons de très grande énergie qui sont capables d'ioniser l'hydrogène, principal constituant du gaz interstellaire.

Le potentiel d'ionisation de l'hydrogène étant de 13,6 eV, seuls, les photons de longueur d'onde plus courte que $0,0912 \mu\text{m}$ ont une énergie suffisante pour ioniser l'atome d'hydrogène. Ultérieurement, les électrons libres se recombinent avec des noyaux pour reformer des atomes dans un état excité. La désexcitation ultérieure se fait par cascades (fig. 2). La répartition des niveaux

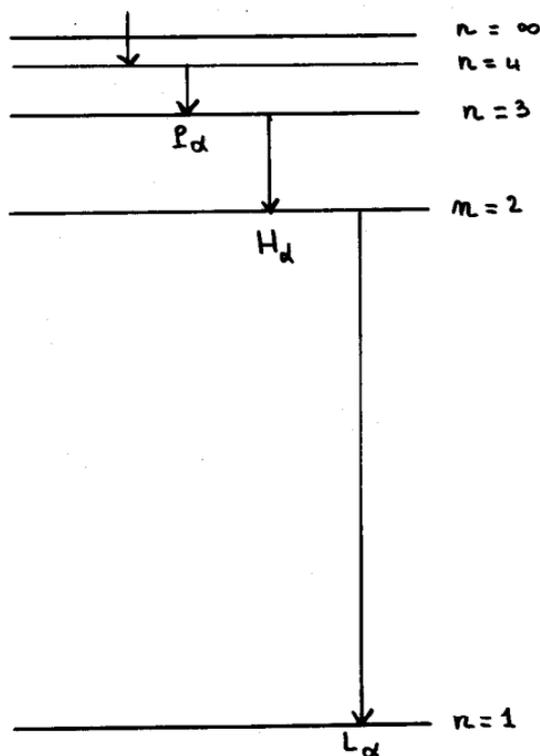


Fig. 2. — Exemple d'une cascade radiative consécutive à la recombinaison d'un atome d'hydrogène dans l'état excité $n = 4$. La seule transition correspondant à l'émission d'un photon visible est celle qui concerne la raie H_α . Les raies de la série de Paschen sont situées dans l'infrarouge et celles de la série de Lyman dans l'ultraviolet.

d'énergie de l'atome d'hydrogène est telle que, seules, les transitions avec le niveau $n = 2$ (premier niveau excité) correspondent à une longueur d'onde du spectre visible. Le phénomène coloré que l'on observe est lié à la transition entre le niveau $n = 3$ et le niveau $n = 2$, c'est-à-dire à l'émission de la raie H_α qui est rose (sa longueur d'onde étant de $0,6562 \mu\text{m}$). Les nébuleuses à émission sont donc roses. (Exemple de nébuleuse à émission : la nébuleuse de la Rosette).

B) L'EVOLUTION DES ETOILES.

Comprendre comment évoluent les étoiles et décrire leur structure interne semble *a priori* bien difficile puisque les étoiles sont vues comme des points dans les plus grands télescopes. La lumière (et plus généralement le spectre électromagnétique qu'elles émettent) apporte une information riche. Cependant, la lumière qui nous parvient provient des couches très superficielles de l'étoile, le milieu situé au-dessous étant complètement opaque. C'est l'utilisation des lois physiques qui permet d'aboutir à une description détaillée de la structure interne d'une étoile. Donnons quelques exemples :

1. Origine de l'énergie du Soleil.

On peut mesurer l'énergie reçue sur Terre par une surface de 1 m^2 exposée normalement au rayonnement solaire : elle est de $1,4 \text{ kW}$. La distance du Soleil étant $d = 1,5 \times 10^{11} \text{ m}$, on en déduit la puissance rayonnée :

$$P = 4 \pi d^2 \times 1,4 \times 10^3 = 4 \times 10^{26} \text{ W.}$$

Si on admet que l'âge du Soleil est d'environ 5×10^9 ans (en accord avec l'âge de la Terre) et que le Soleil a rayonné la même puissance au cours du temps, l'énergie totale rayonnée par le Soleil au cours de sa vie est :

$$E_r = 4 \times 10^{26} \times 5 \times 10^9 \times 3 \times 10^7 = 6 \times 10^{43} \text{ J.}$$

Comme la masse du Soleil est : $M = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$, chaque kg de matière solaire a rayonné en moyenne :

$$E_r/M = (6 \times 10^{43})/(2 \times 10^{30}) = 3 \times 10^{13} \text{ J kg}^{-1}.$$

Le charbon a une capacité énergétique de :

$$3 \times 10^7 \text{ J kg}^{-1}.$$

La matière solaire produit donc 10^6 fois plus d'énergie que le charbon. Elle tire cette énergie des réactions thermonucléaires de fusion. On peut vérifier facilement cet ordre de grandeur : une combustion est liée à l'arrangement des atomes et les énergies mises en jeu sont de l'ordre de l'électron-volt. L'énergie thermonucléaire est liée à l'arrangement des nucléons dans le noyau et les énergies sont de l'ordre du MeV : on retrouve bien le facteur du million entre les deux.

Remarque.

Comment détermine-t-on les paramètres qui nous ont servi, à savoir :

- l'énergie captée sur Terre par mètre carré de récepteur,
- la masse du Soleil,
- la distance du Soleil.

Donnons rapidement quelques indications :

a) ÉNERGIE REÇUE DU SOLEIL SUR TERRE :

Une expérience simple peut être faite avec un cylindre de laiton de masse m , de chaleur massique c et de surface utile s , orienté perpendiculairement au rayonnement solaire pendant la durée t . On mesure l'augmentation de température $\Delta\theta$. D'où l'énergie reçue par mètre carré :

$$\Delta\theta \ m \ c / s \ t \ (\text{en } W \ m^{-2}).$$

La réalisation pratique, effectuée par Claude FIGUET avec son club est exposée pendant les Journées. A noter qu'il faut tenir compte de l'extinction atmosphérique.

b) MASSE DE LA TERRE :

La troisième loi de Kepler s'écrit : $a^3/T^2 = G(M_1 + M_2)/4 \pi^2$ où a est le demi grand axe de l'orbite relative du corps de masse M_1 dans son mouvement par rapport au corps de masse M_2 et T la période du mouvement.

On applique successivement cette loi au mouvement de la Terre autour du Soleil et au mouvement de la Lune autour de la Terre, et on néglige la masse de la Terre devant celle du Soleil et la masse de la Lune devant celle de la Terre :

$$(a_T^3/T_T^2) = G(M_S + M_T)/4 \pi^2 = G M_S/4 \pi^2$$

$$(a_L^3/T_L^2) = G(M_T + M_L)/4 \pi^2 = G M_S/4 \pi^2$$

d'où, en effectuant le rapport membre à membre :

$$M_S/M_T = (a_T/a_L)^3/(T_T/T_L)^2 = \frac{(1,5 \times 10^{11}/3,8 \times 10^8)^3}{(365,25/27,3)^2} \\ = 330\ 000.$$

Comme la masse de la Terre est égale à $5,98 \times 10^{24}$ kg, on en déduit la valeur de la masse du Soleil :

$$M_S = 2 \times 10^{30} \text{ kg.}$$

c) DISTANCE DU SOLEIL :

C'est un problème qui, historiquement a posé de grandes difficultés. On pourra se reporter à des ouvrages d'Astronomie. Les méthodes modernes reposent sur la mesure de la durée mise par un écho radar pour effectuer un aller et retour de la Terre sur Vénus (ou sur Mars) ; sachant qu'il se propage à la vitesse c , on en déduit la distance parcourue, donc la distance de la Terre à Vénus. L'utilisation de la troisième loi de Kepler, mentionnée précédemment, permet alors de déterminer la distance de la Terre au Soleil :

$$a_V^3/T_V^2 = a_T^3/T_T^2 = G M_S/4 \pi^2.$$

On a mesuré $a_T - a_V$, on connaît les périodes T_V et T_T et la masse M_S du Soleil, on en déduit donc la distance a_T de la Terre au Soleil.

2. Réserves d'énergie du Soleil.

Les masses du proton, du neutron et du noyau d'hélium (He^4) sont respectivement égales à :

$$m_p = 1,0081 \text{ u m a}$$

$$m_n = 1,0090$$

$$m_{\text{He}} = 4,0039$$

La différence de masse entre la masse des constituants (2 protons et 2 neutrons) et celle du noyau d'hélium est donc :

$$\Delta m = 0,0303 \quad \text{soit} \quad 0,0303/4 = 0,7 \% \text{ de la masse}$$

cette masse s'est transformée en énergie E selon la relation :

$$E = \Delta m \times c^2,$$

c'est donc 0,7 % de la masse de l'hydrogène contenue dans le Soleil qui est susceptible de se transformer en énergie. Ceci nous permet d'évaluer les réserves d'énergie du Soleil : sa masse est égale à 2×10^{30} kg, environ 10 % est située dans le noyau, où la température est suffisamment élevée pour permettre la réaction de fusion de l'hydrogène, et on suppose que toute la matière du Soleil est sous la forme d'hydrogène. On en déduit que la masse totale transformable en énergie est :

$$0,007 \times 2 \times 10^{30} \times 0,10 = 1,4 \times 10^{27} \text{ kg},$$

d'où la réserve d'énergie :

$$1,4 \times 10^{27} \times (3 \times 10^8)^2 = 1,4 \times 10^{44} \text{ J}.$$

On peut en déduire la durée de vie totale du Soleil, compte tenu de l'énergie rayonnée chaque seconde :

$$T = (1,4 \times 10^{44}) / (4 \times 10^{26}) = 3 \times 10^{17} \text{ s} = 10^{10} \text{ ans}.$$

On peut en déduire aussi la masse totale qui est transformée chaque seconde en énergie :

$L = 4 \times 10^{26}$ W sont rayonnés chaque seconde, qui correspondent à la transformation en énergie de la quantité de masse :

$$m = L/c^2 = (4 \times 10^{26}) / (3 \times 10^8)^2 = 4 \times 10^9 \text{ kg}.$$

Chaque seconde, le Soleil perd 4 millions de tonnes de matière qui se transforme en énergie. Compte tenu du rendement de 0,7 %, cela correspond à une masse totale d'hydrogène qui subit chaque seconde les réactions thermonucléaires de fusion égale à :

$$6 \times 10^{11} \text{ kg} \quad \text{soit} \quad 600 \text{ millions de tonnes}.$$

Remarque.

La fusion de l'hydrogène en hélium est la première réaction qui se produit dans le Soleil ; elle nécessite une température de l'ordre de 10 millions de kelvins, nécessaire pour vaincre la répulsion électrostatique que les protons exercent les uns sur les autres. Quand tout l'hydrogène s'est transformé en hélium, le Soleil peut trouver une autre source d'énergie dans la fusion de l'hélium qui peut se transformer en carbone (par choc triple). Ces réactions nécessitent une température supérieure car la répulsion que des noyaux d'hélium exercent les uns sur les autres est plus forte, compte tenu de leur charge électrique plus élevée. La durée de vie du Soleil qui a été évaluée précédemment concerne uniquement la durée pendant laquelle le Soleil tire son énergie de la fusion de l'hydrogène. Comme les réactions de fusion ont un débit qui dépend très fortement de la température, la réaction de fusion de l'hélium qui se produit à une température plus élevée (de l'ordre de 100 millions de kelvins) se fait à un rythme beaucoup plus rapide et cette phase dure beaucoup moins longtemps.

3. Comment une étoile peut-elle se former ?

Les étoiles se forment à partir du gaz interstellaire. Pour qu'un nuage de gaz interstellaire, de forme supposée sphérique, de rayon R et de masse M , supposé à la température T ne se disperse pas, il faut que son énergie totale soit négative. La condition de dispersion est donc :

$$E_t = E_c + E_p > 0.$$

L'énergie cinétique est $3 kT/2$ par particule et le nombre total de particules est M/m , où m est la masse moyenne d'une particule. L'énergie cinétique totale est donc :

$$E_c = \frac{3}{2} \frac{M}{m} kT.$$

L'énergie potentielle est :

$$E_p = -3 G M^2 / 5 R ;$$

compte tenu de $M = 4 \pi R^3 \rho / 3$:

$$R = (3 M \rho / 4 \pi)^{1/3},$$

$$E_p = -(3/5) G M^{5/3} \rho^{-1/3} (4 \pi)^{1/3}.$$

Le nuage se disperse si :

$$E_c > -E_p,$$

soit :

$$M < 2 (kT/Gm)^{3/2} \rho^{-1/2} = M_c$$

M_c est connue sous le nom de *masse critique de Jeans*. Si le nuage a une masse inférieure à cette masse critique, il se disperse. Il ne peut se contracter et se transformer en étoile que si sa masse est supérieure à la masse critique.

Evaluons M_c pour les conditions du milieu interstellaire :

$$T = 100 \text{ K},$$

$$m = \text{masse de l'atome d'hydrogène} = 1,7 \times 10^{-27} \text{ kg},$$

$$\rho = 1 \text{ à } 100 \text{ atomes par cm}^3 = \alpha \times 1,7 \times 10^{-21} \text{ kg m}^{-3},$$

$$(\alpha = 1 \text{ à } 100).$$

On obtient :

$$M_c = 3 \times 10^4 \alpha^{-1/2}, \text{ soit } 30\,000 \text{ à } 3\,000 \text{ masses solaires.}$$

On en déduit que les étoiles doivent se former en groupes. Il reste à comprendre comment la masse se fractionne ensuite en éléments de la masse du Soleil.
