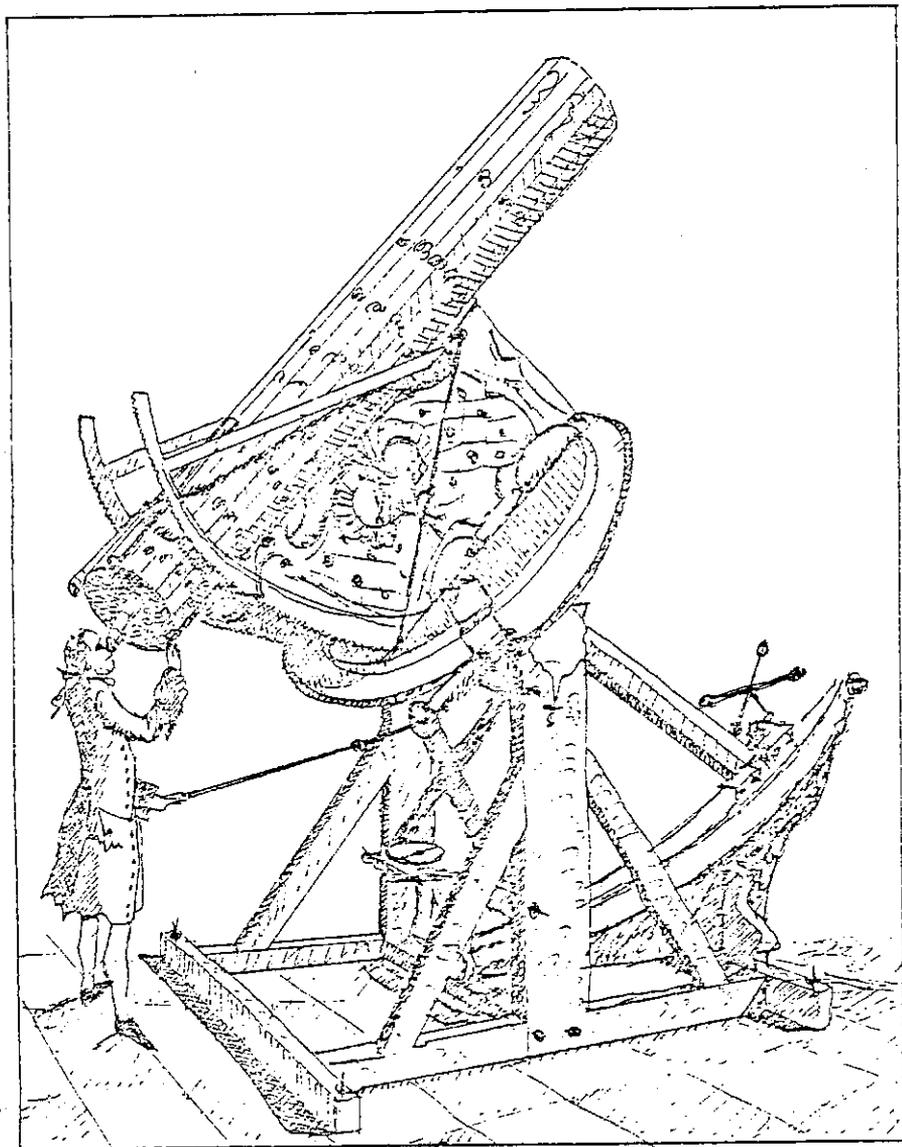


les cahiers clairaut

bulletin du comité de liaison astronomes et enseignants



N°1 - printemps 1978

Les "CAHIERS CLAIRAUT" : pourquoi ce titre ?

D'abord parcequ'il en fallait un .

On avait pensé à "Cahiers de Meudon" puisque ce sont des Astronomes travaillant à l'observatoire de Meudon qui en ont eu l'idée et qui la réalisent. Mais c'était privilégier ce lieu, cet observatoire alors que Astronomes et Enseignants, où qu'ils travaillent, sont invités à y collaborer.

Vint alors le nom de Clairaut. Ce jeune mathématicien génial, entré à 18 ans à l'Académie des Sciences, eut tôt fait d'y défendre les idées de Newton contre les tenants attardés de la physique des tourbillons. Avec Maupertuis, il participe à l'expédition de Laponie qui, en confirmation des prévisions de Newton, permit de conclure au renflement équatorial de la Terre. C'est encore lui qui, au premier retour prévu de la comète de Halley, précisa cette date en tenant compte des perturbations causées par les grosses planètes. Tous travaux dignes d'un bon astronome de ce temps. Sans oublier, tâche plus aimable les bons conseils (trop nombreux, disait Voltaire) qu'il donna à la Marquise du Châtelet pour sa traduction des Principes Mathématiques de la Philosophie Naturelle.

Ce n'est pas tout. Clairaut fut aussi professeur de mathématiques. Dans la préface de ses Elémens de Géométrie (1741), il écrivait: "J'ai pensé que cette Science, comme toutes les autres, devait s'être formée par degrés: que c'était vraisemblablement quelque besoin qui avait fait faire les premiers pas et que ces premiers pas ne pouvaient pas être hors de la portée des Commençans, puisque c'étaient les Commençans qui les avaient faits."

Les membres du C.L.A.E., qu'ils soient Astronomes ou Enseignants ou les deux à la fois, ne peuvent-ils en dire autant ? S'ils se sont réunis, s'ils ont décidé de discuter, de se concerter, n'est-ce pas justement pour aider à faire "les premiers pas" en Astronomie ?

La Rédaction

EDITORIAL

Lors des différentes manifestations au cours desquelles des enseignants du secondaire et des astronomes ont eu l'occasion de se rencontrer (activités de 10%, journées "portes ouvertes", colloque de Grenoble en 1976, école d'été de 1977...) l'intérêt s'est clairement manifesté pour la création d'un journal de liaison. C'est pour répondre à ce désir que sont nés les "Cahiers Clairaut". Dans notre esprit, ils devraient constituer un réel moyen d'information et de dialogue. En particulier, la rubrique "Courrier des lecteurs" devrait connaître un large développement.

Les "Cahiers Clairaut" seront ce que vous en ferez. C'est à vous qu'il appartient de définir les rubriques à développer ou celles à créer. De nous décrire les problèmes que vous rencontrez pour enseigner de l'astronomie, les solutions que vous cherchez, de raconter ce que vous avez réalisé...

Nous envisageons la parution de trois numéros chaque année - un par trimestre scolaire - Ce premier numéro est adressé à tous ceux dont les noms sont connus du Comité de Rédaction; il le sera de même à tous ceux qui en feront la demande. Si vous souhaitez recevoir les numéros suivants, découpez la fiche ci-dessous et renvoyez-la une fois remplie.

Enfin, une contribution financière de 10 francs par an nous permettrait d'équilibrer notre budget (chèque à établir à l'ordre de L. Gouguenheim CCP 1692106 Paris) A l'avance, nous vous en remercions.

Lucienne Gouguenheim

Mr Mme Melle
adresse.....
.....
.....

souhaite recevoir les numéros suivants des "Cahiers Clairaut"
(remplir et renvoyer à Melle L. Gouguenheim Radioastronomie
Observatoire 92190 LEUDON

AVANT-PROJET DE PROGRAMME DE SCIENCES PHYSIQUES
DE LA CLASSE DE QUATRIEME

Nous extrayons du texte publié par le CNDP la partie de programme relative à l'optique:

1- Sources et récepteurs de lumière.

Mise en commun des résultats de recherches individuelles ou de groupes sur les sources de lumière telles que: Soleil, Lune, lampe, globe diffuseur, et les récepteurs de lumière tels que: oeil, pellicule photographique, cellules.

2- Propagation de la lumière.

2-1 Réalisation d'une chambre noire. Propagation rectiligne de la lumière: modèle du rayon lumineux, du faisceau lumineux.

2-2 Ombres propres: aspects de la Lune au cours de ses phases.
Ombres portées: éclipses

2-3 Vitesse de la lumière dans le vide. Ordres de grandeur en Astronomie.

3- Images.

3-1 Image réelle d'un objet réel donnée par une lentille convergente. Marche du rayon et du faisceau qui, issus d'un point de l'objet convergent au point conjugué de l'image (sans aucune formule, ni aucune construction graphique).

3-2 Image du Soleil donnée par une lentille convergente. Foyer. Distance focale. Dioptrie (en liaison avec les verres correcteurs qui permettront de mentionner les lentilles divergentes).

3-3 Image virtuelle d'un objet réel donnée par la loupe.

3-4 Image d'un objet réel donnée par un miroir plan. Marche d'un rayon et du pinceau qui, issus d'un point de l'objet, se réfléchissent et pénètrent dans l'oeil (les lois de Descartes de la réflexion sont hors programme).

3-5 Utilisation pratique d'un instrument d'optique tel que: appareil photographique, appareil de projection, jumelles.

4- Analyse de la lumière - Notions d'Astrophysique.

4-1 Irisations; arc-en-ciel. Observations, à travers un réseau, du filament d'une lampe à incandescence. Spectre visible, infra-

rouge et ultra-violet

4-2 Observation à travers un réseau, d'une fente éclairée par la lumière du sodium, par un tube à gaz. Spectre de raies. Connaissance d'un astre par son spectre.

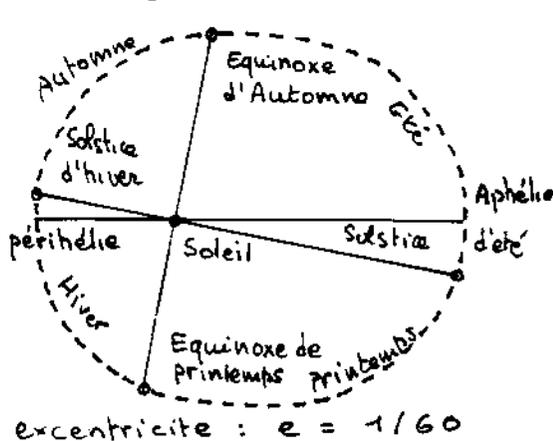
4-3 Examens de documents sur le Soleil, les planètes, les satellites, les étoiles, les galaxies.

x x x x x x x x x x x x x x x x

Quand sommes-nous plus près du Soleil, à midi ou le soir ?

Si la Terre se déplaçait avec une orbite rigoureusement circulaire avec le Soleil au centre, il serait très facile de répondre à la question posée: nous sommes plus près du Soleil à midi quand les points correspondants de la surface terrestre, par suite de la rotation de la Terre autour de son axe, avancent dans la direction du Soleil. La valeur maximum de ce rapprochement vers le Soleil serait de 6 400 km (longueur du rayon terrestre) pour les points situés à l'équateur.

Mais l'orbite de la Terre est une ellipse et le soleil est situé au foyer de cette dernière. Voilà pourquoi la Terre se trouve tantôt plus près du Soleil, tantôt plus loin. Pendant le premier



semestre (1er janvier-1er juillet) la Terre s'éloigne du Soleil et pendant l'autre elle se rapproche de lui. La différence entre la distance maximale et la distance minimale atteint: $2 \times \frac{1}{60} \times 150$ millions de km, c'est-à-dire 5 millions de km. Cette variation de distance est égale en moyenne à 28 milliers de km par jour. Voilà pourquoi

du midi au coucher du Soleil (1/4 de jour) la distance entre les points de la surface terrestre et l'astre diurne varie de 7 500 km en moyenne, c'est-à-dire davantage que par suite de la rotation de la Terre sur elle-même

La réponse à la question posée est donc: entre janvier et juillet nous sommes plus près du Soleil à midi que le soir et entre juillet et janvier c'est le contraire qui se produit.

Anciennes mesures de distances en Astronomie (1)

"Ce fut la géométrie qui me plut dans l'astronomie."

ALAIN (Histoire de mes pensées)

Les méthodes modernes de mesure des distances permettent d'atteindre une précision hors de la portée des Astronomes de l'antiquité. Il peut être cependant instructif de revenir sur les mesures anciennes : elles étaient fondées sur des principes géométriques simples qui restent à la base des mesures modernes. Et puis, tout le monde n'est pas comme Alain ; il y a des esprits plus curieux de découvrir l'univers que d'étudier une science déductive ; pour eux, l'astronomie peut les faire s'intéresser à la géométrie. Enfin, comme toutes les sciences, l'astronomie est en devenir ; jeter un coup d'oeil sur son histoire peut nous aider à comprendre ses problèmes actuels...

1. THALES

Depuis Thalès, par conséquent depuis le VI^{ème} siècle avant notre ère, on avait les moyens d'apprécier des longueurs inaccessibles. Si la hauteur d'un piquet est égale à la longueur de son ombre, la hauteur de la grande pyramide est égale à la longueur de son ombre. De façon déjà plus savante : deux observateurs A et B placés sur la côte observent un navire N ; la mesure de la distance rectiligne AB, celle des angles BAN et ABN permettront de calculer la distance de N à la côte.

Dans ces deux cas, il s'agit de distances terrestres. Un pas de plus, trois siècles plus tard : la mesure du rayon de la Terre par Eratosthène s'apparente aux mesures précédentes et fournit à l'astronomie le premier élément indispensable à tout arpentage de l'Univers.

2. ARISTARQUE de Samos

A l'époque d'Eratosthène (ce fameux III^{ème} siècle avant notre ère), Aristarque réussit la première mesure astronomique, celle de la distance Terre-Lune.

.... /

Pour lui, le Soleil est très loin. La Lune reçoit la lumière du Soleil et la réfléchit. Pendant une éclipse de Lune, celle-ci disparaît en passant dans l'ombre portée de la Terre ; la plus longue durée de cette disparition est trois heures environ. Puisque le Soleil est très loin, l'ombre portée de la Terre a la forme d'un cylindre de révolution et puisque la Lune "avance" sur son orbite d'un angle égal à son diamètre apparent en une heure, Aristarque en déduit que le diamètre de la Lune est le tiers de celui de la Terre. Reste alors à apprécier le diamètre apparent de la Lune. Sa première estimation, 2° , était grossièrement fautive ; en effet, en une période sidérale, soit environ 656 h, la Lune avance de 360° ; il était raisonnable de prendre un diamètre apparent de $0^\circ,5$.

Aristarque construisait alors un triangle rectangle ayant un côté de longueur $2r/3$ (r =rayon de la Terre) et l'angle opposé de $0^\circ,5$. On trouve alors pour le côté $TL = 60 r$, c'est à dire une très bonne évaluation de cette distance.

Deux remarques. 1°) L'ombre portée de la Terre n'est pas un cylindre mais un cône (distance moyenne de la Terre au sommet du cône : $217 r$). Mais comment Aristarque aurait-il pu apprécier cette distance ?

2°) L'erreur précédente pouvait être confondue avec celle de la mesure du diamètre de la Lune par la durée d'une éclipse. Était-on bien sûr que la durée de l'éclipse était maximale ? En fait, le rayon de la Lune est $0,27 r$ et non $0,33 r$; les tables trigonométriques donnent $\text{tg } 0^\circ,5 = 0,009$, soit pour la distance Terre-Lune $0,54 r / 0,009 = 60 r$. Avec les moyens dont il disposait, Aristarque a eu de la chance...

3. Aristarque et le Soleil Dans ce cas là ; il fut moins heureux.

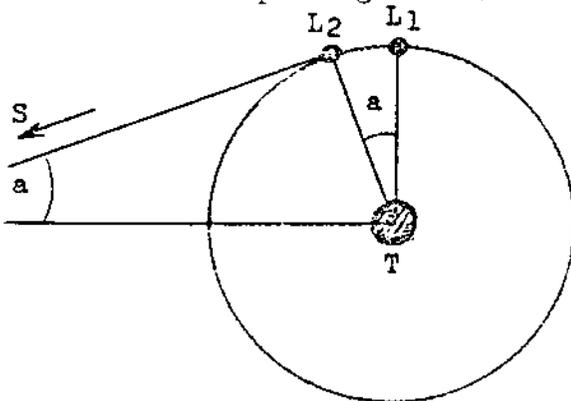
Aristarque distinguait bien la Lune en quadrature orientale L_1 et la Lune en premier quartier L_2 (fig 1). L'angle L_1TL_2 est

égal à l'angle $TSL_2 = a$. Seulement cet angle L_1TL_2 est très petit et difficile à mesurer; comme au jeu du furet, quand on vise la Lune en L_2 , elle n'est plus en L_1 . Aristarque évalua cet angle à 3° environ ce qui donnait pour la distance du Soleil $ST = 60 r / \sin 3^\circ$, environ 1100 r.

Si la mesure était grossièrement inexacte (au lieu de 3° , il aurait fallu $10'$, au lieu de 1100r, 23400r), elle eut pourtant d'intéressantes conséquences :

1^o- Aristarque mit en évidence des variations de l'angle a ; il en déduisit que la distance du Soleil variait entre 1080 r et 1200r . Que ce soit le Soleil qui tourne autour de la Terre ou l'inverse, l'orbite supposée nécessairement circulaire (orbe parfaite, disait encore Copernic), il fallait l'excentrer. L'excentricité trouvée étant, il est vrai, encore dix fois trop grande : 120/1140 au lieu de 0,017.

2^o- Archimède, de vingt ans le cadet d'Aristarque, sut mesurer le diamètre apparent du Soleil soit 0^o5 comme celui de la Lune (une éclipse de Soleil le confirme). Connaissant la distance du Soleil, on peut calculer son diamètre. Archimède trouvait qu'il était 5 à 6 fois celui de la Terre. Résultat qui milite en faveur du mouvement de la Terre autour du Soleil, de la boule la plus petite autour de la boule la plus grande.



Et tout ceci au cours de ce grand siècle d'Archimède, d'Aristarque, d'Eratosthène, d'Appolonius et de l'équipe qui se déguisait sous le nom d'Euclide...

Pour faire mieux, pour mesurer la parallaxe du Soleil et la vitesse de la lumière, il faudra attendre le XVII^{ème} siècle, ... et le prochain numéro de ces Cahiers Clairaut.

K. Mizar

Petit problème :- Il y a un astre qui, un jour par mois, ne passe pas au méridien de l'observateur ? Lequel et pourquoi ?

Pourquoi l'homme dessine-t-il les étoiles avec des pointes ?

ou encore : pourquoi voyons-nous les étoiles comme des étoiles ? Nous voyons les étoiles à l'oeil nu avec des "rayons"; ceci est dû à une imperfection de notre oeil et à la structure fibreuse de son cristallin. Comme l'explique Helmholtz :

" les images des points lumineux percues par l'oeil présentent des rayons irréguliers. La cause en est dans le cristallin dont les fibres sont disposées radialement dans six directions. Les rayons qui nous paraissent émis par des points lumineux, par exemple, par les étoiles, par des feux éloignés, ne sont pas autre chose qu'une manifestation de la structure radiale du cristallin. On peut reconnaître combien ce défaut de l'oeil est général par le fait que toute figure radiale est presque toujours appelée étoilée."

Leonard de Vinci a indiqué, il y a quatre siècles un moyen permettant de remédier à ce défaut de notre cristallin :

" regarde les étoiles sans rayons. On peut atteindre ce but en les observant à travers un petit trou fait par la pointe d'une aiguille fine et en plaçant ce trou directement contre l'oeil. Tu verras les étoiles tellement petites, que rien d'autre ne pourra sembler plus petit."

En regardant à travers un très petit trou, nous ne laissons pénétrer dans l'oeil qu'un fin faisceau traversant la partie centrale du cristallin et par suite ne subissant pas l'influence de sa structure radiale. Si notre oeil était plus perfectionné, nous verrions dans le ciel des points lumineux et non des "étoiles".

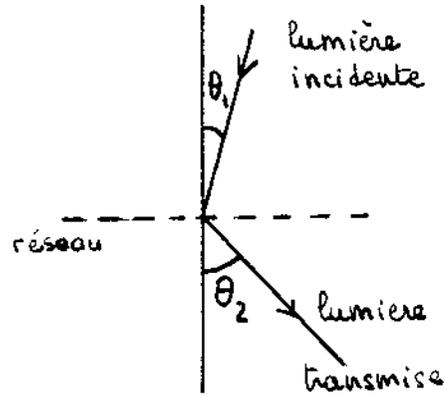
Pourquoi quand la nuit tombe, des étoiles apparaissent ?

Le jour au-dessus de nous se trouvent les constellations qu'il y a 6 mois on apercevait la nuit et qui 6 mois plus tard orneront à nouveau le ciel nocturne. L'atmosphère éclairée de la Terre nous empêche de les voir le jour car en diffusant la lumière du Soleil dans toutes les directions, cette atmosphère constitue un fond trop brillant pour que les étoiles beaucoup moins brillantes puissent s'y détacher par contraste: c'est la "lumière du jour" qui éteint les étoiles. Les planètes (Vénus, Jupiter, Mars) beaucoup plus brillantes que les étoiles peuvent être vues dans le ciel diurne, dans des conditions favorables.

COMMENT OBTENIR UN SPECTRE ?

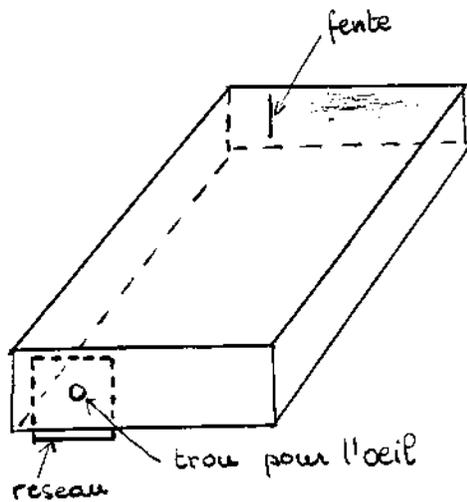
Il faut un prisme ou un réseau. Nous disposons d'un réseau à 528 traits/mm (réseau de la "pochette Berkeley Ondes" vendu chez Armand Colin; prix 35f).

Si la lumière incidente fait l'angle θ_1 avec la normale au plan du réseau, elle est transmise par le réseau dans la direction qui fait l'angle θ_2 avec la normale. L'angle θ_2 dépend de la longueur d'onde λ . On a la relation:



(1) $\sin \theta_2 - \sin \theta_1 = n \lambda / c$

n est un nombre entier qui caractérise l'ordre d'interférence. Dans la suite, nous avons choisi n = 1. c est le pas du réseau; c'est-à-dire la distance entre deux traits successifs du réseau ici c = 1/528.



Nous avons construit une boîte ayant la forme ci-dessous. La fente a été placée de telle sorte que l'angle $\theta_1 = 3^\circ$. Nous avons calculé θ_2 pour différentes valeurs de la longueur d'onde.

λ (μ)	θ_2 ($^\circ$)	distance fente-image (mm)
0,4	15	60
0,5	19	73
0,6	22	87
0,7	25	102
0,8	29	118

Ces résultats ont été obtenus à partir de la relation (1) en utilisant un système d'unité cohérent (λ et c dans la même unité). La distance de la fente à l'image a été calculée compte tenu de la longueur de la boîte (21,5 cm)

Le lecteur trouvera dans les pages suivantes le plan de la boîte; il est en deux morceaux pour pouvoir être réalisé à par-

tir de feuilles de carton de format 21x29,7 (chemise).

La fente est nécessaire pour pouvoir isoler une petite partie d'une source étendue. S'il n'y a pas de fente, les images des différentes parties de la source se mélangent et, en particulier, on ne voit plus les raies.

Utilisation du "spectroscope".

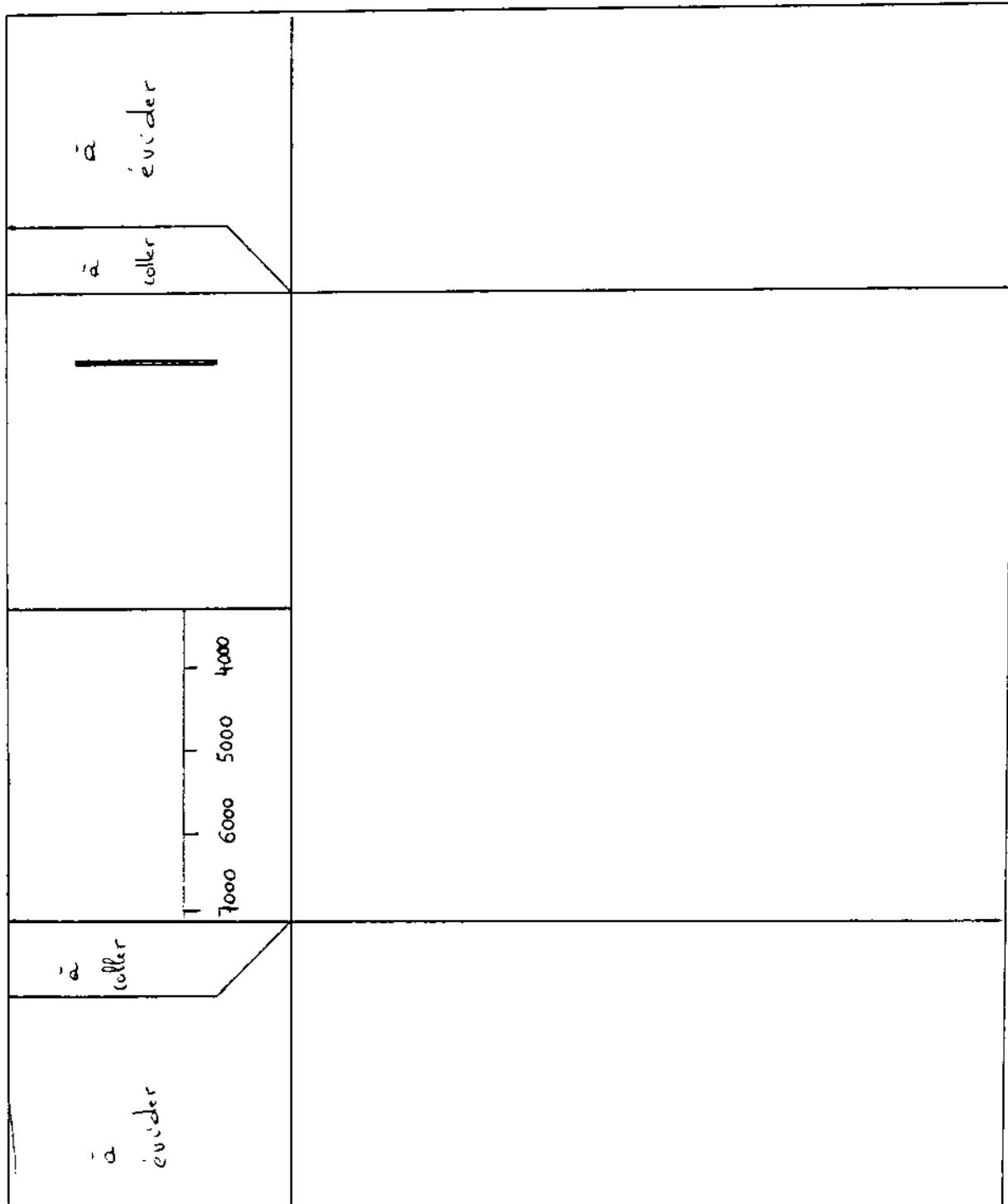
Nous avons observé:

- le spectre d'une lampe à néon (raies d'émission rouges)
- le spectre d'une lampe à mercure (raies bleue, verte et orange, en émission)
- le spectre de la flamme du gaz (spectre continu avec les couleurs de l'arc-en-ciel)
- le spectre du Soleil. Le phénomène le plus apparent est le spectre continu; cependant, si la fente est assez fine (nous l'avons rétrécie en collant une lame de rasoir avec du scotch) on observe les raies d'absorption sombres qui se superposent au spectre continu. Une raie rouge (la raie H_{α} du spectre de l'hydrogène) et une raie bleue (les raies H et K du Calcium ionisé, non séparées) étaient particulièrement intenses.
- nous avons observé le spectre du Sodium en émission en faisant brûler du sel de cuisine dans la flamme du gaz (les deux raies jaunes, non séparées)
- le spectre d'un tube fluorescent (raies d'émission brillantes superposées à un spectre d'émission continu)

Interprétation des spectres.

- * un corps chaud émet un spectre continu; suivant la température, la couleur (donc la longueur d'onde pour laquelle le rayonnement est maximum en intensité) varie: elle se déplace du rouge vers le violet quand la température augmente; ceci peut se voir simplement en faisant passer un courant électrique de plus en plus intense dans un fil de fer.
- * un élément chimique est en outre caractérisé par son spectre de raies.

Une raie correspond au passage de l'état d'énergie E_1 à l'état d'énergie E_2 par l'intermédiaire d'un photon de fréquence ν et d'énergie $h\nu = E_2 - E_1$ (si $E_2 > E_1$) ou $E_1 - E_2$ (si $E_2 < E_1$) quand un atome dans l'état d'énergie E_1 est bombardé par de la



coller les deux parties avant d'effectuer les pliures
attention: la rente doit être fine

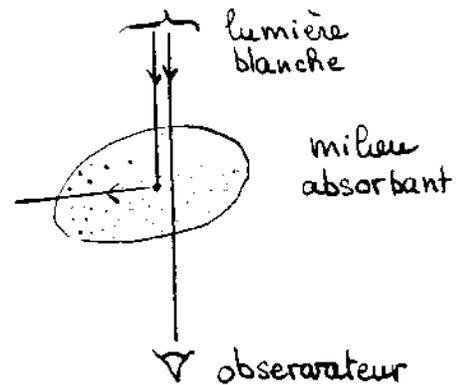
		'a évider
Partie à coller		'a coller
		O
		'a évider
		'a coller

lumière contenant des photons de fréquence telle que $h\nu = E_2 - E_1$, il passe dans l'état d'énergie E_2 en absorbant le photon $h\nu$. Le photon disparaît donc et l'on voit une raie d'absorption. (il y a un manque de lumière à la fréquence correspondante).

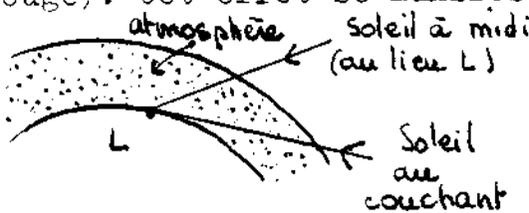
Un atome peut se trouver dans l'état d'énergie E_2 , s'il y est conduit par des collisions (dans un milieu chaud, il y a beaucoup de collisions). Alors l'atome ne reste pas longtemps dans cet état d'énergie E_2 . Il se désexcite en émettant un photon de fréquence ν telle que $h\nu = E_2 - E_1$ et retombe dans l'état d'énergie E_1 . On voit donc apparaître de la lumière à la fréquence ν . On a donc une raie d'émission.

Remarque:

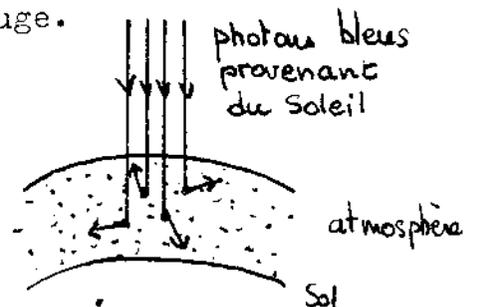
Dans le cas de la raie d'absorption, l'atome qui a absorbé le photon $h\nu$ et qui est passé de l'état E_1 à l'état d'énergie excité E_2 ne reste pas dans l'état E_2 : il se désexcite en réémettant le photon $h\nu$. Mais alors que le faisceau de lumière qui tombe sur les atomes a une direction donnée, la réémission se fait dans toutes les directions et le bilan global se solde par un manque de photons dans la direction du faisceau lumineux incident.



On peut remarquer que c'est pour cette raison que le ciel est bleu. L'atmosphère terrestre absorbe beaucoup plus la lumière de courte longueur d'onde (bleue) que celle de grande longueur d'onde (rouge). Cet effet se manifeste bien au coucher du soleil. L'épaisseur d'atmosphère traversée par la lumière du soleil est beaucoup plus grande, et le soleil apparaît beaucoup plus rouge.



Par contre, les photons bleus absorbés par l'atmosphère sont réémis par elle dans toutes les directions et provoquent la couleur bleue du ciel



Conclusion:

Le spectre continu renseigne essentiellement sur la température de l'objet qui l'émet.

Le spectre de raie est caractéristique de la composition chimique. Nous avons vu effectivement que la lampe au mercure, celle au néon et le sodium ne sont pas caractérisées par les mêmes raies.

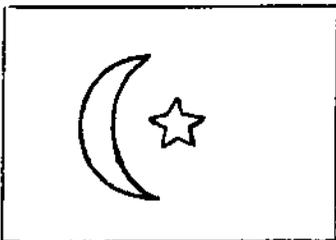
Dans le cas du Soleil, l'observation du spectre continu peut permettre de déterminer la région du Soleil où se forme ce rayonnement (région superficielle de température voisine de 6 000 K) et le spectre de raies renseigne sur la composition chimique du Soleil. Nous avons identifié l'hydrogène et le calcium ionisé; il y a bien d'autres éléments. On sait par exemple que l'hélium a été découvert par son spectre dans une protubérance solaire avant d'être observé sur Terre.

(extrait du compte-rendu d'un stage de formation permanente effectué à l'université de Paris -Sud Orsay. Le groupe comprenait:

L. Bouquet, J.P. Courtier, A. Paquetet et M.L. Weulersse.)

§ §

Petit problème: la Lune sur les drapeaux.



Le dessin ci-contre représente l'ancien drapeau de la Turquie. Il porte un croissant et une étoile, ce qui permet de poser les questions suivantes:

- 1- La Lune est-elle avant le premier quartier ou après le dernier ?
- 2- Est-ce que le croissant et l'étoile peuvent s'observer dans le ciel ainsi qu'ils sont représentés sur le drapeau ?

(voir la réponse page 25)

BIBLIOGRAPHIE

N.D.L.R. : Nous voudrions donner un double aspect à cette rubrique documentaire. 1°) Signaler des ouvrages récents qui devraient intéresser beaucoup de lecteurs des Cahiers. 2°) Rappeler des titres plus ou moins anciens pouvant constituer la bibliothèque de base d'un club ou d'un établissement.

Pour chaque ouvrage, après avoir indiqué AUTEUR, titre, nombre de pages, date de l'édition et éditeur, nous préciserons le genre [R pour ouvrage de référence, D pour livre de documentation spécialisée, P pour périodique] et une indication de niveau [I pour initiation en précisant parfois I₁ pour les petits (école élémentaire), I₂ pour les grands (collège ou lycée), I₃ pour les adultes ; II niveau bac ; III niveau supérieur ; IV niveau recherche.]

L'encyclopédie scientifique de l'Univers

Sous ce titre, vient de paraître le tome 1, La Terre, les eaux, l'atmosphère, de l'Encyclopédie en cinq volumes qui va être la nouvelle forme du célèbre Annuaire du Bureau des Longitudes. On sait que celui-ci paraissait depuis 1795. D'année en année, il était devenu tellement volumineux qu'il fallut bien envisager d'en répartir le contenu entre plusieurs volumes. Ce tome 1 représente la mise en chantier de la nouvelle formule.

Chaque année, le Bureau des Longitudes continuera à publier les Ephémérides (254 p) au contenu plus spécialement astronomique d'actualité : le calendrier, les phénomènes du système solaire, les positions d'étoiles, les éclipses, les marées. Rappelons en passant que les membres de la S.A.F. reçoivent ces Ephémérides qui sont un outil indispensable à l'astronome, amateur ou professionnel.

La partie encyclopédique de l'ancien Annuaire va être répartie en cinq volumes, publiés année par année et par conséquent révisés et renouvelés tous les cinq ans. Le tome I a paru au début de 1978. Publié sous la direction de M. Jean Terrien, Directeur du Bureau International des Poids et Mesures, il comporte deux parties : la Terre du point de vue géodésique, tout ce qui concerne l'hydrographie et l'atmosphère. En tout quatorze chapitres dont chacun est

rédigé par un spécialiste du sujet traité. Les responsables des deux grandes parties, M. Jean Coulomb, Président de l'Académie des Sciences pour la géodésie et M. Jean Lacombe, de l'Académie des Sciences, pour l'hydrographie, se sont efforcés d'obtenir des rédactions précises et claires qui rendent l'ouvrage accessible à toute personne ayant une bonne culture scientifique de base (disons celle d'un bon bachelier scientifique). Ce qui n'en fait pas un livre de lecture facile, mais cela tient aux sujets et le résultat est un ouvrage de référence de haute qualité.

Sans entrer dans le détail du contenu de ce tome I, signalons son sommaire et un bon exemple illustrant l'intérêt de la formule adoptée.

Première partie : géodésie ; rotation de la Terre ; marées terrestres ; sismologie, tectonique globale ; champ magnétique ; constitution physique de la Terre.

Deuxième partie : marées ; courants marins ; houle et vagues ; atmosphère ; météorologie ; circulation des eaux ; neige et glaciers.

On voit l'ampleur du domaine étudié. Est-il raisonnable de prévoir que dans cinq ans une nouvelle édition devra être très remaniée ? Oui, on s'en rend compte en comparant le chapitre de géodésie avec celui des anciens annuaires. En dix ans, les techniques de cette science ont été considérablement renouvelées par l'utilisation des satellites artificiels. On peut dire que les principes de la géodésie avaient été posés par Eratosthène, il y a plus de deux mille ans ; les progrès réalisés au XVII^{ème} siècle avaient été considérables mais, depuis, ses méthodes restaient, si l'on peut dire, "terrestres". Mesurer la Terre, comme les autres astres, de l'extérieur, mieux que les autres astres car les satellites artificiels restent dans son voisinage, tout cela, les techniques de calcul aidant, devait bouleverser la géodésie moderne. Et les travaux continuent : dans cinq ans, il faudra reprendre la rédaction de ce chapitre.

La Terre, les eaux, l'atmosphère, 232 p , 1978, édition Gauthier-Villars [R, II-III]

Matériaux pour une bibliographie de base

Astronomie populaire Flammarion, nouvelle édition complètement remaniée sous la direction d'André DANJON, 612 p ; 1955 ; édition Flammarion. [R, I-II]

L'Astronomie, un dictionnaire du Savoir Moderne, rédigé par L.Bottinelli, A.Brahic, G.Coupinot, M.Gerbaldi, L.Gouguenheim, R.Guillemard, G.Simon ; 544 p ; 1973 ; édition Dictionnaires du Savoir Moderne. [R, II]

J.-C.PECKER et autres : La nouvelle astronomie, 1974 ; édition Hachette. [R, II-III]

Evry SCHATZMAN et autres : Astronomie, tome XIII de l'Encyclopédie de la Pléiade, 1834 p ; 1962 ; éd.Gallimard.[R, II-III]

Roland OMNES : L'Univers et ses métamorphoses, 184 p ; 1973 ; éd. Hermann (collection Savoir).[D ; III]

Jean HEIDMANN : Introduction à la cosmologie, 240 p ; 1973 ; éd P.U.F. [D, III]

J.-C. PECKER : Le Ciel, 172 p ; 1973 ; éd Hermann (collection Savoir). [D, II]

Evry SCHATZMAN : La structure de l'Univers, 1972 ; éd Hachette [D, II]

Périodiques

L'Astronomie, revue mensuelle de la Société Astronomique de France, 3 rue Beethoven, 75016 Paris. Cotisation : Paris et environs 72 F, départements 43 F, juniors 15 F ; abonnement pour les cotisants 72 F. [P ; II]

Ciel et Espace, six numéros par an, revue de l'Association Française d'Astronomie, 115 rue de Charenton, 75012 Paris. Adhésion 40 F donnant droit à la revue ; abonné simple 25 F [P ; I]

Espace Information, trimestriel, bulletin destiné aux enseignants, publié par le Centre National d'Etudes Spatiales. Les enseignants peuvent en obtenir le service gratuit en faisant la demande auprès de la Division Information-documentation, CNES, 18 av Edouard-Belin, 31055 Toulouse cedex. Dans chaque numéro, un dossier ; par ex. dans le N°12, "le point sur l'étude des planètes".

G.W.

Petit problème biblique :

La Bible (Isaïe, 30,26) fournit quelques renseignements sur l'éclairement du Paradis :

...." la lumière de la Lune sera comme la lumière du Soleil, et la lumière du Soleil sera sept fois plus forte que la lumière de sept jours"...

Par ailleurs, il est généralement admis qu'en Enfer, le soufre est à l'état liquide (température d'ébullition du soufre à 1 atmosphère = 444,6 C).

1- Montrez que selon ces données le Paradis est plus chaud que l'Enfer. Explicitez bien vos hypothèses.

2- Néanmoins, la croyance populaire veut que l'Enfer soit plus chaud que le Paradis. En l'admettant, pouvez-vous donner des indications supplémentaires concernant les conditions physiques régnant en Enfer ? Est-ce en accord avec son image traditionnelle ?

L.Celnikier

Rappel aux professeurs de mathématique ou de physique qui enseignent en Terminale C

Les horaires officiels (Prochure 59 Pg de 1970 qui régleme les horaires et programmes actuellement en vigueur dans les classes Terminales) précisent, sous le titre : Enseignement de l'Astronomie, que dix séances d'une heure (qui ne sont comprises ni dans l'horaire de mathématique ni dans celui de la physique) seront consacrées à une initiation à l'astronomie. Ces séances seront assurées par les professeurs de mathématique et de physique, la répartition des heures et des sujets traités se faisant par accord entre ceux-ci.

Enoncé d'un exercice dans un manuel de Géographie édité par Hachette (il y a quelques années) : "Quand on est au pôle Nord, comment sait-on qu'il est midi ?" .

Réponse d'un astronome qui avait les pieds sur terre : "Quand on a faim."

LE PHENOMENE DE L'ARC-EN-CIEL

L'OBSERVATION de l'arc-en-ciel permet de dégager plusieurs caractéristiques:

- 1- L'arc-en-ciel apparaît quand l'air est chargé d'humidité, en général après un orage;
- 2- Sa forme est circulaire, section plane d'un cône dont le sommet est l'observateur et dont l'angle au sommet est fixe (environ $\frac{\pi}{4}$)
- 3- Il n'est pas "lié" au paysage, il n'existe pas de façon "autonome"; il s'agit d'une image, dont la position est fonction de l'observateur et du Soleil;
- 4- Il est situé à l'opposé du Soleil par rapport à l'observateur;
- 5- Il n'apparaît que lorsque le Soleil est assez bas sur l'horizon, on ne voit jamais d'arc-en-ciel en été à midi;
- 6- L'arc se décompose en bandes colorées; l'intérieur est bleu-violet, l'extérieur est rouge et bordé par une faible luminosité blanchâtre, alors que l'intérieur de l'arc est sombre;
- 7- Un second arc, bien plus faible, peut apparaître parfois, extérieur à l'arc principal (rayon angulaire environ 50°), bleu à l'extérieur, rouge à l'intérieur.

L'INTERPRETATION DU PHENOMENE DE L'ARC-EN-CIEL peut se faire à l'aide des lois de la réflexion et de la réfraction:

Les rayons solaires sont déviés après réfraction puis réflexion par les faces des gouttelettes d'eau (fig 1). La déviation minimum où se concentre le plus de lumière, se produit pour $360^\circ-42^\circ$ (fig 2b). La lumière solaire est ainsi déviée par de nombreuses gouttes en suspension dans l'atmosphère; les rayons voisins de la déviation minimum restent seuls suffisamment parallèles à l'émergence, pour pénétrer groupés dans l'oeil. Un observateur verra donc un arc de cercle de rayon 42° dans la partie du ciel opposée au Soleil; l'arc est centré sur une ligne joignant le Soleil et l'observateur, et ne sera visible que si la hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon est inférieure à 42° (fig 2a). La grandeur de l'arc est donc bien déterminée, mais non sa position; il suit les déplacements du Soleil et de l'observateur.

La déviation des rayons réfractés lors du passage d'un milieu d'indice n_1 à un milieu d'indice n_2 est fonction des indices

n_1 et n_2 . Comme l'indice (rapport c/v des vitesses de la lumière dans le vide et dans le milieu considéré) varie avec la longueur d'onde de la lumière incidente, la déviation sera différente pour les différentes couleurs.

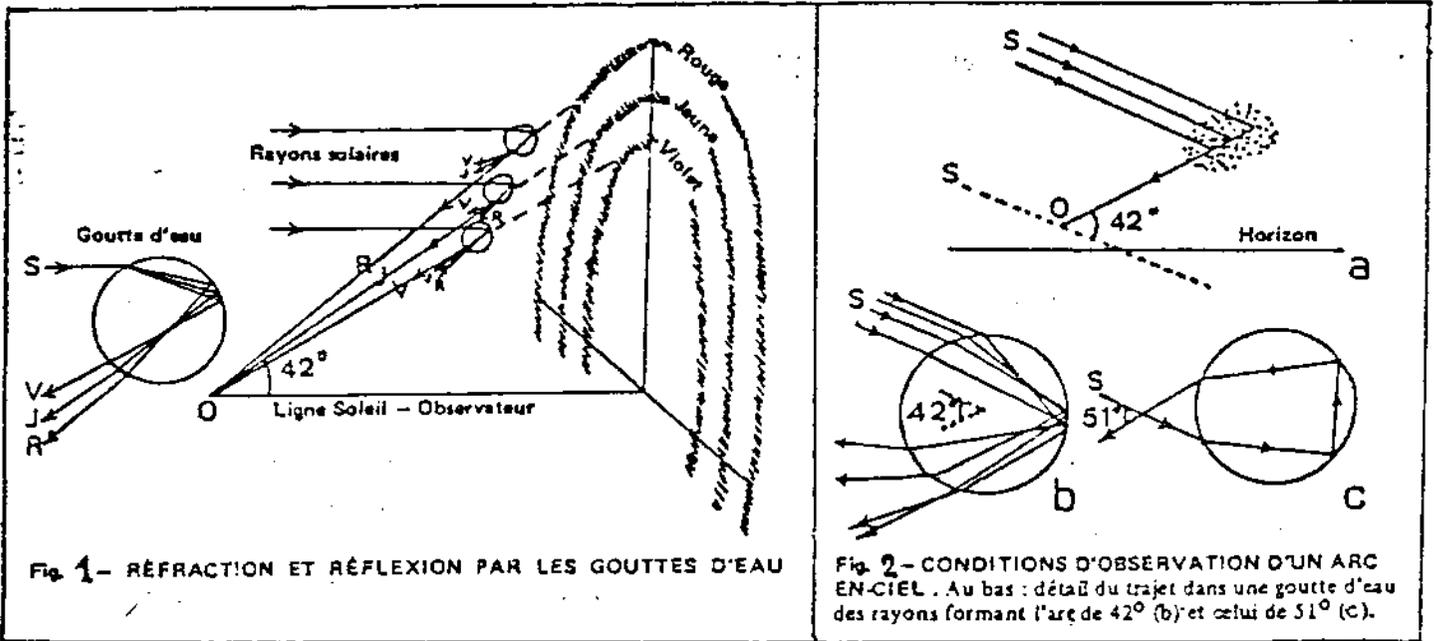


Fig. 1 - RÉFRACTION ET RÉFLEXION PAR LES GOUTTES D'EAU

Fig. 2 - CONDITIONS D'OBSERVATION D'UN ARC EN-CIEL. Au bas : détail du trajet dans une goutte d'eau des rayons formant l'arc de 42° (b) et celui de 51° (c).

Comme l'indice de l'eau est de 1,332 pour le rouge, 1,343 pour le violet, les radiations rouges seront moins déviées que les bleues. Un faisceau de lumière solaire "blanche" sera donc décomposé en faisceaux colorés, dont l'ensemble forme le SPECTRE de la lumière incidente, ici le spectre solaire.

La partie externe de l'arc apparaîtra rouge et l'intérieur bleuâtre. L'intérieur de l'arc sera particulièrement sombre, aucun rayon n'y étant dévié, alors que l'extérieur s'étale en un faible halo, jusqu'à la déviation maximale correspondant à l'incidence rasante.

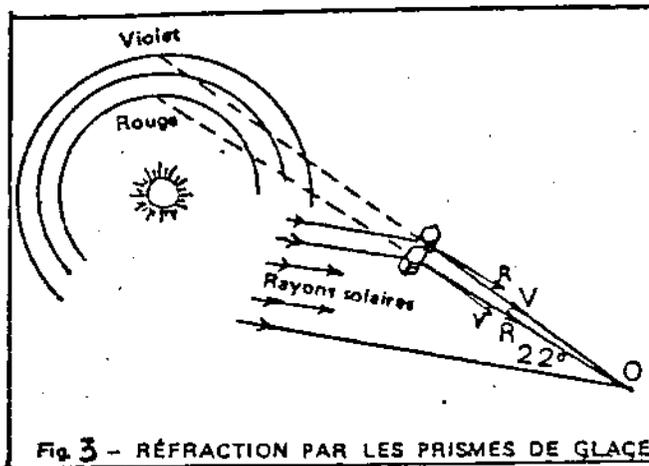
Un second arc, plus faible, peut apparaître, avec un rayon d'environ 51°, l'ordre des couleurs y étant inversé à cause du trajet différent des rayons dans les gouttes d'eau (fig 2c)

Un autre phénomène est produit par le passage de la lumière solaire à travers les cristaux de glace ($n = 1,37$ en suspension dans certains nuages (cirrus)).

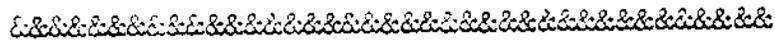
Des prismes de glace triangulaires produisent une déviation minimum de 22°, directions appelées "parhélies" où se concentre le spectre solaire. L'ensemble des prismes de glace à direction quel-

conque donne un cercle de 22° , paraissant entourer le soleil, violet en dehors, rouge sombre à l'intérieur (fig 3).

Des prismes à section hexagonale dévient les rayons en un cercle plus grand, de rayon 46° , apparaissant plus faiblement.



Agnès ACKER - Observatoire de Strasbourg



La Lune sur les drapeaux: réponse aux questions de la F.18

1- Compte-tenu de ce que la Turquie est un pays de l'hémisphère nord, on peut conclure que le croissant sur le drapeau est au dernier quartier.

2- Une étoile ne peut pas être vue à l'intérieur d'un croissant de la Lune prolongé pour former un cercle. Tous les astres étant situés beaucoup plus loin que la Lune sont, par suite masqués par elle. Il ne peuvent être vus qu'au-delà de la limite de la partie non éclairée de la Lune.



"d" comme
"dernier
quartier"



"p" comme
"premier
quartier"

