

AUVERGNE **SCIENCES**

BULLETIN DE L'ADASTA

Avril - Mai - Juin 1993

N° 26

DÉCOMPOSITION ET RECOMPOSITION DE LA LUMIÈRE BLANCHE



MATHÉMATIQUE DE L'OPHTALMOLOGIE

Sommaire

- **Décomposition et re-composition de la lumière blanche**
(R. JOUANISSON) ... 3
- **Mathématique de l'Ophtalmologie**
(Pierre SOLÉ)..... 13
- **Des réacteurs naturels fossiles au Gabon**
(Suzanne GÉLY) ... 17
- **Libre propos**
(Roland FUSTIER) ... 19
- **Les forêts dépérisent-elles? Pourquoi?**
(R. LEYGONIE) 21
- **Automatisation et informatisation du laboratoire de biochimie médicale**
(J.-P. BARGNOUX - Anne LEGER-ENREILLE)
..... 23
- **Pont sur la Truyère**
..... 27
- **Assises de la recherche en Auvergne**
..... 28

La première mission d'"Auvergne-Sciences" est de rendre compte de l'activité de notre association et de permettre un dialogue entre l'équipe d'animateurs et les adhérents. Ce rôle est aussi assuré grâce à notre supplément pédagogique, dans lequel sont décrits les différents documents et matériels créés par l'ADASTA.

Auvergne-Sciences a également pour objectif de donner des informations sur l'activité scientifique, technique et économique de notre région. Nous nous efforçons de signaler les manifestations culturelles qui nous sont communiquées. Dans ce numéro, J.-P. Bargnoux et Anne Léger-Enreille, nous décrivent les nouvelles méthodes d'analyse pratiquées au Centre Jean-Perrin, à Clermont-Ferrand.

L'actualité nous invite à franchir la Truyère, non loin de Garabit au viaduc célèbre, grâce à un remarquable pont qui vient d'être mis en service (photo de couverture). Ainsi, l'autoroute A 75 nous rapproche sensiblement du Languedoc et crée une importante liaison Nord-Sud à travers des paysages remarquables.

Notre Président, le Professeur Solé, nous livre, avec des illustrations plaisantes, "produit de notre terroir auvergnat", ses réflexions sur la "mathématique de l'ophtalmologie".

Suzanne Gély a été impressionnée par la découverte d'un réacteur nucléaire naturel au Gabon et Roland Fustier s'indigne, devant les manifestations de la "fausse science".

Nous remercions M. Leygonie de sa précieuse collaboration pour tout ce qui touche à notre environnement.

Quant à votre serviteur, il n'a pu résister au plaisir de jouer avec les couleurs en vous proposant de refaire la célèbre expérience de Newton sur la recombinaison de la lumière blanche.

Nous espérons ainsi apporter à nos amis lecteurs des informations utiles qui complètent les nombreux documents et matériels pédagogiques diffusés par notre Centre de ressources.

R. Jouanisson.

L'ADASTA a reçu en 1992 le soutien financier

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

Photographie de couverture :

PONTS SUR LA TRUYÈRE

Le célèbre pont-rail de Garabit, qui enjambe la Truyère depuis 1884, a désormais un concurrent redoutable. A quelques km en amont, l'autoroute A 75 franchit la rivière sur un pont en béton précontraint, de 308 mètres de long et 75 de haut, qui repose sur deux couples de béquilles.

Auvergne-Sciences : publication trimestrielle

Adhésions et Abonnements :

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

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

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

Directeur de la publication : Pierre SOLÉ
Rédaction : Roland JOUANISSON

Bulletin trimestriel Edité par ADASTA

DÉCOMPOSITION ET RECOMPOSITION DE LA LUMIÈRE BLANCHE

R. JOUANISSON.

Après un bref rappel historique concernant la dispersion de la Lumière, on donne des indications pratiques pour réaliser avec un matériel courant des spectres de lumière blanche et analyser divers phénomènes liés à la dispersion (spectres d'absorption, aberration chromatique, etc...)

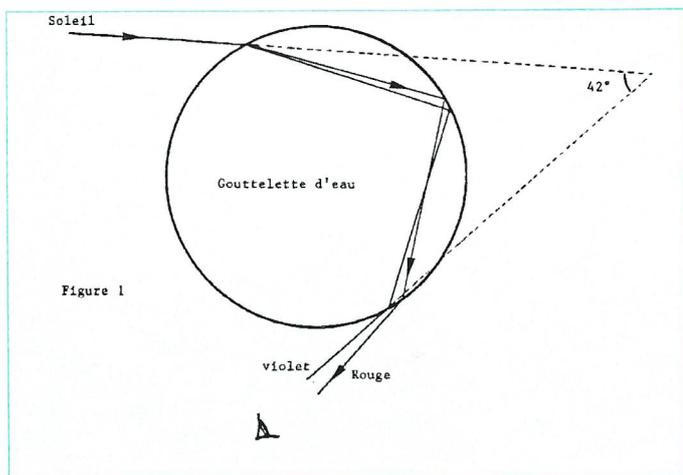
La recombinaison de la lumière blanche est étudiée en détail, à l'aide d'expériences simples s'appuyant sur le traitement d'image, qui font apparaître les notions de couleurs complémentaires, synthèses additive et soustractive, etc...

On développe enfin une méthode originale qui permet d'analyser un milieu transparent inhomogène.

Les couleurs de l'arc-en-ciel.

La décomposition de la lumière blanche du soleil en un spectre de couleurs a certainement fasciné les hommes depuis l'origine. Comment ne pas remarquer l'arc-en-ciel quand le soleil éclaire une zone pluvieuse ? Des phénomènes analogues sont observés dans les nuages de gouttelettes que projettent les cascades. La nuit, quand le ciel est voilé il n'est pas rare que la lune s'entoure d'anneaux colorés.

Les couleurs se présentent toujours dans le même ordre : rouge, jaune, vert, bleu, violet : il y a de quoi intriguer les observateurs. Parmi ceux-ci, Roger Bacon (1214-1294), le fameux moine savant franciscain, précurseur de la science expérimentale, qui étudie l'arc-en-ciel, remarque que l'angle formé par la direction du soleil et celle des rayons émergents est toujours de 42° . Les couleurs correspondent à des angles de réfraction différents (figure 1).

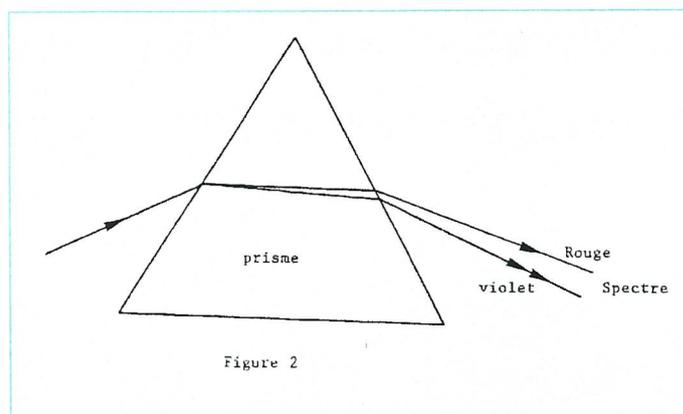


Divers phénomènes colorés relèvent de la même interprétation. Par exemple, un morceau de verre taillé en biseau dévie la lumière et la disperse selon les couleurs de l'arc-en-ciel.

(Figure 2).

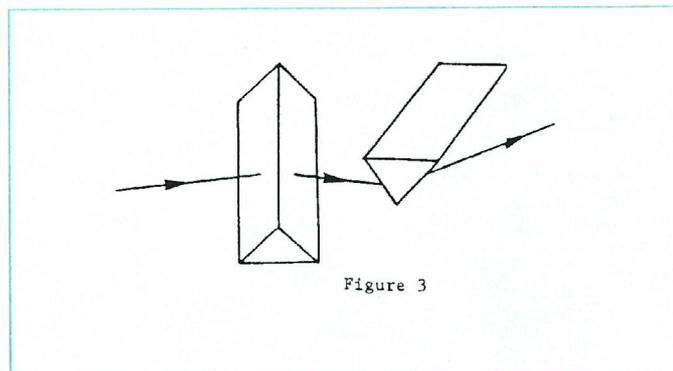
A l'époque de Descartes on ne sait toujours pas si les couleurs sont produites par les surfaces de séparation des milieux ou si elles appartiennent à la lumière (on ne sait pas non plus si la propagation de la lumière est instantanée ou non).

Il faudra attendre Newton et ses études sur les couleurs pour en savoir plus.



"En l'an 1666... je me suis procuré un prisme triangulaire pour faire des expériences sur les fameux phénomènes des couleurs... Ce fut d'abord un divertissement très plaisant de contempler les couleurs vives et intenses aussi produites" (1)

Newton tente de résoudre le problème de l'origine de la couleur en s'appuyant sur l'expérience. Si les couleurs sont produites par les surfaces, l'orientation de celles-ci est susceptible d'influer sur le phénomène. Newton utilise deux prismes identiques dont les arêtes sont perpendiculaires : il constate que la largeur d'un pinceau lumineux n'augmente pas. En revanche le violet est plus dévié que le rouge à la fois dans le premier et le second prisme. (Figure 3)



(1) Cité dans B. MAITTE, La Lumière, Ed. du Seuil, 1981.

Décomposition de la lumière

Autre expérience. Newton isole une couleur à l'aide d'un diaphragme et fait tomber le pinceau coloré sur un second prisme. Si les couleurs sont produites par les surfaces on doit observer à nouveau un spectre sur un écran. Il n'en est rien. Quel que soit le pinceau coloré, l'image définitive reste de la couleur sélectionnée par le premier prisme. Cette expérience "cruciale" permet de réfuter la théorie de Descartes... mais elle ne prouve pas encore que les couleurs font partie intégrante de la lumière incidente. Pour vérifier cette dernière hypothèse, Newton imagine l'expérience suivante : un faisceau de lumière blanche est décomposé à l'aide d'un prisme : en regroupant par un moyen quelconque les faisceaux colorés en un point on doit observer une image blanche. Newton cherche à réaliser ce que nous appelons la "synthèse" des couleurs. L'expérience réussit, les couleurs font bien partie de la lumière solaire ! (figure 4)

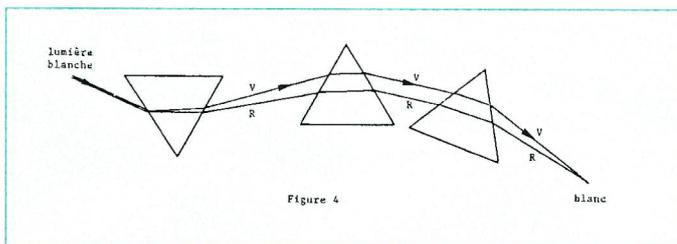


Figure 4

A chaque couleur correspond un indice de réfraction (on dit que le milieu est dispersif). On saura plus tard qu'à cet indice correspond une certaine vitesse de propagation de la lumière dans le milieu considéré.

Newton poursuivra ses recherches sur les couleurs des lames minces et divers phénomènes d'interférences et de diffraction qu'il expliquera par une théorie corpusculaire de la lumière.

Mais cela est une autre (très longue) histoire !

Comment réaliser un spectre de lumière blanche

De nos jours tout le monde peut réaliser de belles expériences de décomposition et de recombinaison de la lumière blanche avec un minimum de matériel qu'il est facile de se procurer ou de réaliser soi-même à peu de frais. Comme je suppose que vous êtes impatient, vous ne souhaitez pas attendre que le soleil pénètre chez vous par une petite ouverture percée dans un volet. Il est beaucoup plus commode d'utiliser un projecteur de diapositives. La lampe de cet appareil alimentée en basse tension, (et d'une puissance de l'ordre de 100 W) donne une lumière analogue à la lumière solaire, avec toutefois une proportion de rouge plus grande.

La source éclaire une diapositive que vous allez fabriquer vous-même : une fente rectangulaire de un à deux mm de large et 20 mm de long est découpée avec soin au cutter dans un papier opaque rigide. Utilisez un support "antinewton" (verre légèrement dépoli) pour ne pas être gêné dans la suite du montage par l'image inhomogène du filament. La diapositive étant en place, réglez la mise au point sur un écran où apparaît l'image blanche de la fente.

Il suffit maintenant de placer l'organe disperser à la suite de l'objectif de manière à intercepter le faisceau : soit un prisme soit un réseau.

Avec un prisme l'image sera plus lumineuse mais un prisme de qualité en flint coûte relativement cher. Si possible, utilisez un prisme à base équilatérale d'environ 3 cm de côté. L'arête, de même dimension, sera disposée verticalement (la fente également).

Un petit inconvénient : la lumière est déviée et il faut déplacer l'écran pour observer le spectre. Placez le prisme au minimum de déviation. Le faisceau incident fait alors avec la face d'entrée un

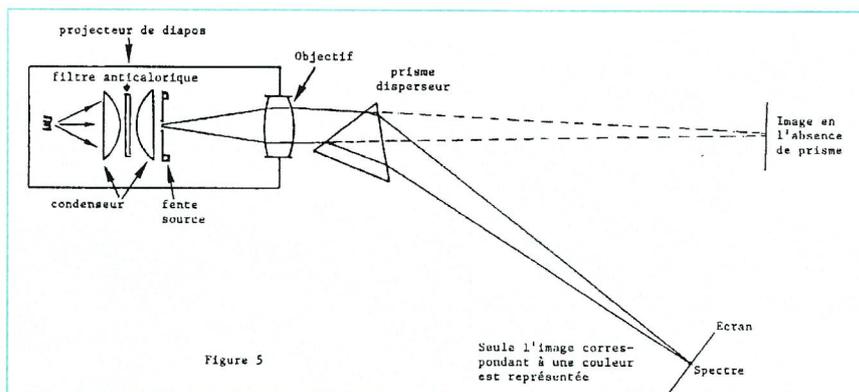


Figure 5

Seule l'image correspondant à une couleur est représentée

angle voisin de 50° vers la base du prisme et la déviation vaut environ 40° (figure 5). Dans ce cas la distance du prisme à l'écran est égale à la distance prisme image formée primitivement. Le spectre sera plus lumineux si vous faites la mise au point sur un écran plus rapproché. Avec une distance de l'ordre de 2 mètres, les résultats seront très satisfaisants.

Un spectre pur. Vous êtes en présence d'un "spectre pur", constitué de radiations monochromatiques ou "pures". Notez bien qu'il s'agit seulement d'une approximation. Un spectre pur serait obtenu avec une fente infiniment étroite susceptible de séparer toutes les radiations qui existent dans la lumière blanche de la source à incandescence, ce qui est physiquement impossible.

Quand on élargit la fente, le phénomène devient beaucoup plus lumineux et les couleurs ne sont pas sensiblement modifiées si la fente s'élargit de manière symétrique : en effet, on obtient la superposition de couleurs correspondant à des radiations qui se présentent symétriquement par rapport à la radiation isolée lorsque la fente est infiniment fine et cette superposition, qui constitue une synthèse additive, donne pratiquement la couleur de la radiation moyenne.

Si la fente est très large il y a superposition des couleurs vers le milieu du spectre qui paraît blanc ; les extrémités demeurent colorées. Pratiquement on observe un spectre "pur" si la largeur de l'image de la fente est de l'ordre du $1/10^e$ de la largeur du spectre.

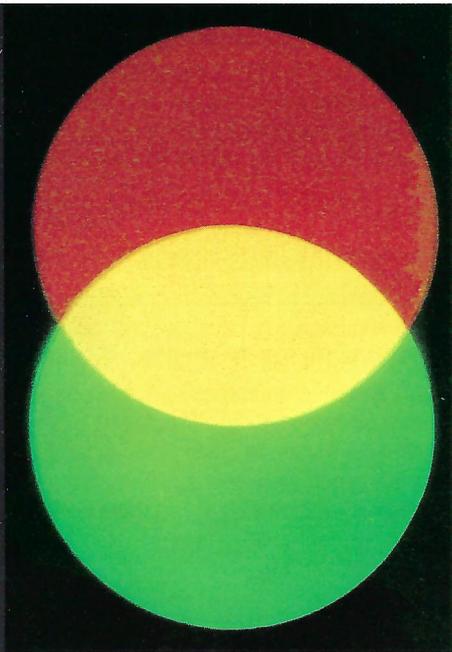
Quand vous aurez bien observé le spectre (on ne s'en lasse pas en général !) et la répartition des couleurs : du rouge (le moins dévié) au violet (couleur peu visible car l'oeil y est peu sensible) et remarqué que la partie du spectre occupée par le bleu est beaucoup plus large que celle occupée par le rouge, n'oubliez pas de mettre en évidence la présence de l'ultra-violet et de l'infra-rouge au-delà des limites du spectre visible. Pour l'ultra-violet (UV) il suffit de recueillir le spectre sur un écran en papier ordinaire. Le papier analogue à celui sur lequel vous lisez ce texte contient des substances fluorescentes qui, excitées par des photons UV, réémettent une lumière visible, généralement bleue. (Sur un écran perlé cette fluorescence n'existe pas).

Pour bien voir cette émission d'UV vous avez intérêt à faire l'image du spectre assez près de l'objectif (par exemple à 1 mètre) et à utiliser éventuellement une fente source plus large, de manière à recueillir davantage d'énergie sur l'écran. Pour que l'expérience soit parfaitement concluante procurez-vous un morceau de verre organique (type lexan ou macrolon) qui constitue un excellent filtre qui absorbe tout l'UV du spectre. Quand on intercepte le faisceau avec ce filtre la fluorescence bleue disparaît.

En ce qui concerne l'infra-rouge (1), vous pouvez procéder comme suit : procurez-vous une cellule solaire que vous masquez à l'aide d'un papier percé d'une fenêtre rectangulaire. Mesurez le courant

(1) Pour cette expérience, retirer le filtre anticalorique qui absorbe justement le rayonnement infra-rouge.

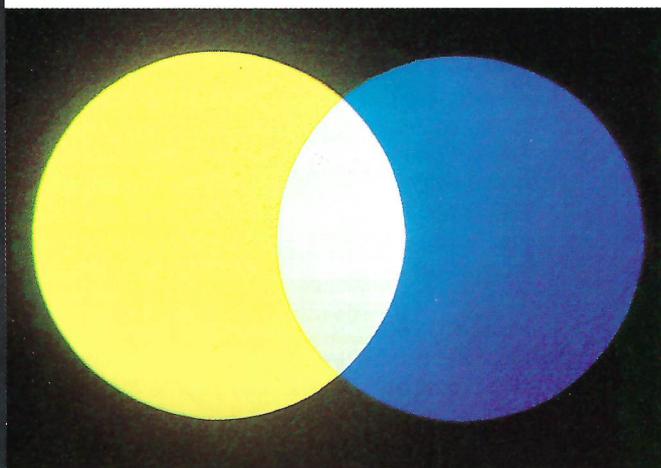
Décomposition de la lumière



1. - Par addition du rouge et du vert on peut obtenir toutes les couleurs intermédiaires, repérables sur le spectre ci-contre, en particulier le jaune.



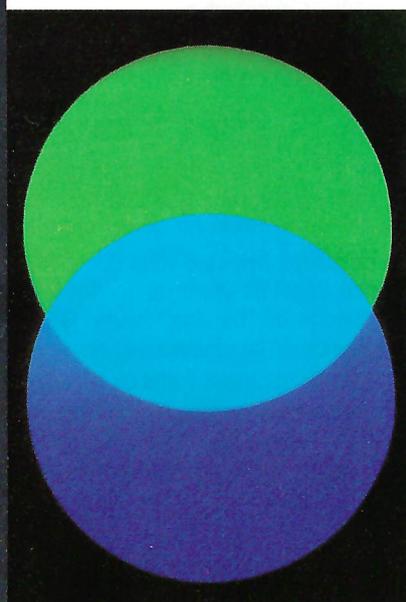
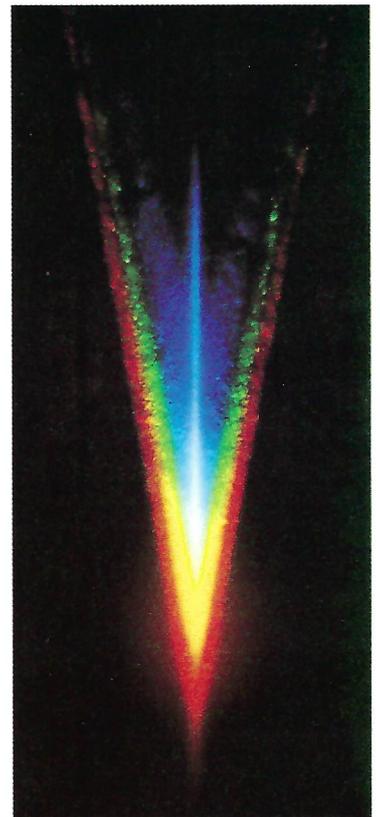
5. - Avant la région où se produit la focalisation, on observe, dans un plan de front, un spectre circulaire bordé de rouge à l'extérieur (photo du haut).



2. - La somme de deux couleurs complémentaires (ici le jaune et le bleu) donne de la lumière blanche.



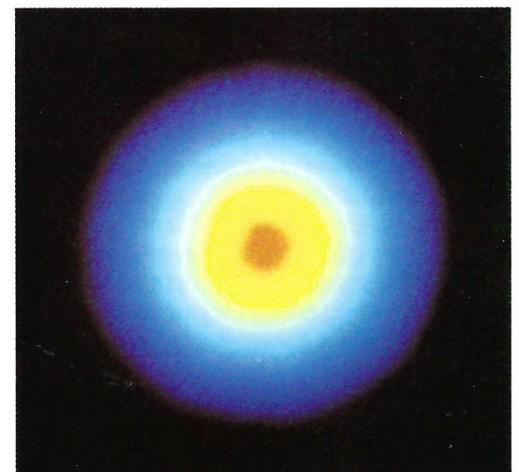
4. - **Aberration chromatique** d'une lentille convergente. Dans un plan contenant l'axe de la lentille on remarque la dispersion des foyers.



3. - Par addition du vert et du bleu on obtient le bleu-vert (ou cyan).



6. - Au-delà du foyer, le spectre est bordé de bleu à l'extérieur.



Décomposition de la lumière

de cette cellule lorsqu'elle est éclairée à l'aide d'un milliampère-mètre branché directement à ses bornes : lorsque la fenêtre est placée en dehors du spectre visible, près de l'extrémité rouge, la cellule indique un courant. Ce courant cesse si on interpose un obstacle. Il diminue fortement si on interpose une cuve contenant de l'eau et encore davantage avec une cuve contenant du chlorure cuivrique qui absorbe l'infra-rouge.

N.B. La cellule ne permet pas de comparer l'énergie rayonnée par les différentes couleurs car sa sensibilité n'est pas constante : elle est justement très sensible dans le proche infra rouge.

Comment évolue le spectre quand la température de la source varie ?

Si vous disposez d'un autotransformateur vous pouvez faire varier la tension d'alimentation de la lampe à halogène du projecteur. Il est intéressant d'étudier l'évolution du spectre lorsque la température varie. Aux basses températures la lumière émise est rougeâtre et son spectre ne contient pas de bleu. Au fur et à mesure que la température augmente on voit qu'il y a davantage d'énergie rayonnée dans tout le spectre et que celui-ci se déplace vers le bleu-violet (ensuite l'ultra violet devient décelable). Simultanément la couleur de la lumière émise devient plus "blanche".

L'arc-en-ciel n'est pas un spectre pur. En effet, aux couleurs pures obtenues par dispersion de la lumière par les gouttelettes d'eau se superpose la lumière ambiante. L'arc-en-ciel est un spectre "lavé" de blanc.

Les couronnes lunaires ou solaires (1) dont il a été question plus haut sont dues à un phénomène de diffraction. Chaque gouttelette diffracte la lumière qui se répartit sur des cercles dont le rayon dépend à la fois du diamètre de la goutte et de la couleur. Si toutes les gouttelettes ont sensiblement le même diamètre on observe des anneaux colorés dont le diamètre croît du bleu au rouge.

Vous pouvez simuler facilement ce phénomène : répartissez sur une plaque de verre de la poudre de lycopode (disponible en pharmacie) et observez une source de lumière blanche éloignée à travers cette plaque : vous verrez des anneaux analogues à ceux des couronnes.

Température de couleur

A une température T donnée le filament de tungstène de la lampe se comporte sensiblement comme un corps idéal appelé "corps noir" porté à la température T_c . On dit que sa température de couleur est T_c . Ainsi le tungstène porté à $T=2800$ K a une température de couleur égale à 2850 K environ.

La température de couleur du soleil est voisine de 6000 K. Elle a donc une répartition spectrale très différente de celle du tungstène comme l'a montré une expérience précédente. La lampe à filament de tungstène donne une lumière plus rouge que la lumière solaire. Si vous réalisez des photographies il est donc très important de choisir le film approprié pour obtenir un rendu correct des couleurs (à noter que les flashes modernes donnent une lumière comparable à la lumière du jour, ce qui permet de conserver le même film).

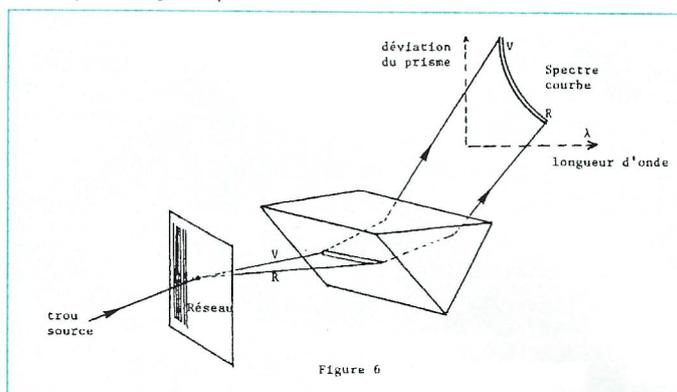
Spectre de réseau

Il vous sera moins coûteux de vous procurer un réseau de diffraction (quelques dizaines de francs) ayant par exemple quelques centaines de traits par mm. Placez le réseau à la suite de l'objectif (les traits du réseau étant parallèles à la fente source). Sur l'écran vous observez l'image de la fente et de chaque côté plusieurs spectres disposés symétriquement. Les spectres sont forcément moins lumineux que celui qu'on obtient avec un prisme (on sait réaliser des réseaux aussi lumineux qu'un prisme mais ils sont beaucoup plus coûteux).

Remarquez que le 2ème spectre est beaucoup plus étalé que le premier. Surtout on constate que la répartition des couleurs n'est pas la même qu'avec un prisme : rouge, vert et bleu ont sensiblement même largeur. La dispersion du réseau est sensiblement linéaire (la déviation croît, pour les faibles angles comme la longueur d'onde).

Comparer la dispersion d'un prisme à celle du réseau

Une très belle expérience permet de comparer les deux dispersions (voir la figure 6).



Vous pouvez avec un réseau refaire toutes les expériences déjà vues avec le prisme à cela près qu'elles seront moins lumineuses. En particulier, il sera plus difficile de mettre en évidence l'U.V.

Spectres d'absorption

La connaissance du spectre d'émission d'une lumière est une mine d'informations sur cette source. L'astrophysique a largement utilisé et utilise encore les ressources de la spectroscopie. Nous n'aborderons pas dans cet article ce problème. Cependant, à l'aide d'un spectre continu de lumière blanche, il est possible de réaliser quelques expériences simples qui vont vous permettre de comprendre pourquoi la plupart des objets qui nous entourent sont colorés.

Procurez-vous quelques filtres colorés (par exemple les filtres en gélatine utilisés par les photographes ; vous en trouverez également chez les revendeurs d'accessoires pour le théâtre). Deux jeux de filtres seront très utiles : rouge-vert-bleu et jaune-cyan-magenta (le cyan est bleu-vert et le magenta pourpre).

Réalisez comme précédemment un spectre de lumière blanche et placez sur le trajet du faisceau un de ces filtres : on observe sur l'écran un spectre modifié : par exemple si le filtre est rouge, seul le rouge subsiste dans le spectre. Ce filtre absorbe pratiquement toutes les radiations sauf le rouge, ce qui explique la couleur de la lumière restituée après traversée du filtre.

Prenez maintenant un filtre pourpre (magenta) : dans le spectre on constate que le vert a pratiquement disparu alors que le rouge et le bleu ne sont pas altérés. La même expérience peut être répétée avec toutes les substances colorées que l'on peut observer par transmission.

Avec une solution de chlorophylle que vous obtiendrez en faisant macérer une substance végétale quelconque dans l'alcool vous observerez un spectre de "bandes" : outre la disparition du bleu on constate la présence de bandes noires dans le rouge.

Un petit conseil : pour bien apprécier l'effet du filtre il est important de comparer simultanément le spectre d'émission de la lumière blanche et le spectre d'absorption. Pour cela placez le filtre contre la fente source, de manière à masquer par exemple la moitié de celle-ci. Sur l'écran vous verrez les deux spectres superposés et la comparaison sera évidente.

L'aberration chromatique

Si la dispersion de la lumière constitue un "divertissement très

(1) Les "halos" autour du soleil et de la lune correspondent à un autre phénomène plus complexe où intervient la réfraction dans des cristaux de glace.

plaisant" comme l'écrivait Newton, elle constitue aussi une source de difficultés pour la réalisation des instruments d'optique. Déjà, à l'époque de Newton on cherchait à réduire les "aberrations chromatiques" qui limitent les performances des lunettes astronomiques, en particulier.

Une expérience simple vous fera découvrir ce qu'est l'aberration chromatique. Procurez-vous une lentille de grande ouverture, plan convexe par exemple et de 20 ou 30 cm de distance focale.

A l'aide du projecteur de diapositives, éclairez vivement une petite ouverture circulaire (un ou deux mm) pratiquée au foret dans une plaque métallique (du papier serait détruit par la chaleur).

Placez précisément S à l'endroit où se forme l'image du filament, après avoir retiré l'objectif de projection, et de manière que le faisceau issu du trou soit bien blanc et couvre entièrement et uniformément la lentille (figure 7). La lentille se comporte comme un prisme conique d'angle variable, nul au centre et maximal sur les bords.

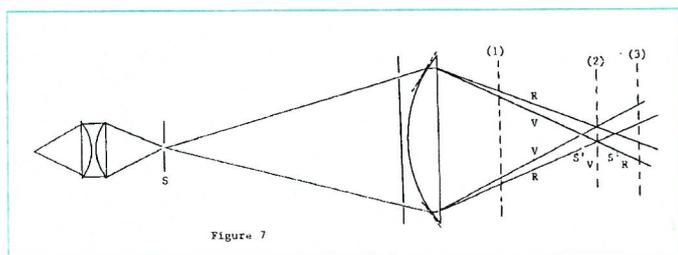


Figure 7

Isolez, à l'aide d'un diaphragme annulaire découpé dans du papier noir (figure 8), une région de cette lentille où l'angle du prisme a

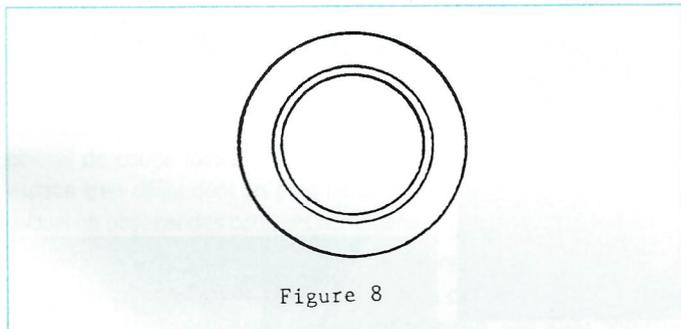


Figure 8

une valeur suffisamment grande pour que la dispersion correspondante soit facile à mettre en évidence. Cette technique a également l'avantage de s'affranchir des aberrations de "sphéricité" qui font que les rayons marginaux ne se coupent pas, après traversée de la lentille au même point que les rayons centraux. Pour fixer les idées, un diaphragme de 5 cm de diamètre avec un espace annulaire de 3 mm conviendra et permettra d'obtenir un phénomène encore assez lumineux pour être éventuellement projeté sur un écran.

A la suite de la lentille on observe que les rayons rouges, moins déviés donnent une image, S'_R , de S différente de l'image donnée par les rayons bleus, S'_B . La distance $S'_B S'_R$ constitue "l'aberration chromatique longitudinale".

Placez un écran bien plan contenant l'axe SS' de la lentille pour observer le spectre.

On peut également l'observer à l'aide d'un écran diffusant (papier calque) placé normalement à l'axe. Dans la position (1) vous verrez un magnifique spectre circulaire, rouge à l'extérieur et bleu à l'intérieur. Quand l'écran se trouve dans la position (2) où les rayons rouges et bleus se rencontrent, le spectre est bordé de pourpre ; dans la position (3) le spectre est rouge à l'intérieur et bleu à l'extérieur. (Figure 7)

Une solution plus simple pour obtenir un spectre circulaire très lu-

mineux consiste à utiliser un rétroprojecteur sur lequel on place un diaphragme de grand diamètre (par exemple 20 cm, avec un espace annulaire de 5 mm). On observe ainsi les aberrations chromatiques du système condenseur, mais comme la source (filament de la lampe) est assez étendue le spectre est plus grossier. On peut cependant le projeter sur un écran en éloignant au maximum l'objectif de la platine. Sur l'écran on observe un grand spectre très lumineux, bordé de rouge à l'extérieur.

Recomposition de la lumière blanche

On a vu que cette expérience, réalisée la première fois par Newton, a permis de montrer que les couleurs font partie de la lumière et qu'elles ne sont pas créées par les surfaces rencontrées. On connaît actuellement de nombreuses méthodes pour reconstituer la lumière blanche. Certaines sont basées sur la persistance des impressions lumineuses : un disque formé de secteurs colorés et tournant avec une vitesse suffisante permet de faire la "somme" des couleurs. Cette expérience, dite du disque de Newton, ne permet, en général, et après de multiples essais, d'obtenir qu'un blanc grisâtre. Inutile de vous acharner sur cette réalisation. Une autre méthode plus efficace utilise un miroir tournant (figure 9). Quand le défilement des images du spectre sur un écran est suffisamment rapide on observe une bande blanche.

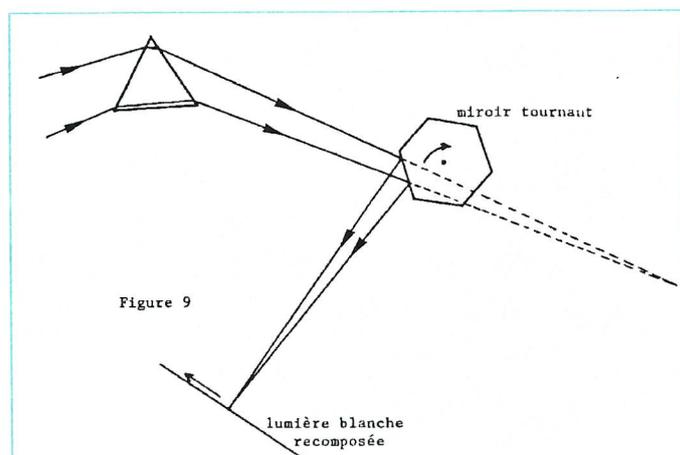


Figure 9

Les méthodes qui vont vous permettre de réaliser les expériences les plus intéressantes sont basées sur le principe de la formation d'une image, soit avec un miroir concave, soit avec un objectif. C'est cette dernière méthode, due à Foucault, que je vais détailler car elle autorise un "traitement" d'image simple, riche de possibilités, dont certaines peu connues.

Au matériel déjà vu, nécessaire pour obtenir un spectre (projecteur de diapos, fente, prisme), il faut ajouter un objectif, éventuellement un banc d'optique et quelques accessoires à réaliser soi-même.

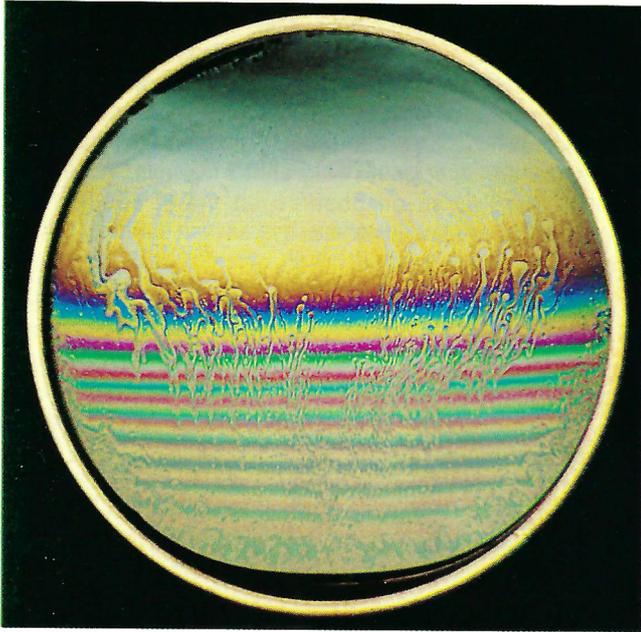
L'objectif peut à la rigueur être une simple lentille convergente de 10 à 20 cm de distance focale (un verre de presbyte de 5 dioptries, voire une loupe, conviendront). Un objectif de projecteur de diapos, éventuellement un banc d'optique et quelques accessoires à réaliser soi-même.

Quant aux accessoires, ceux que vous réaliserez seront les meilleurs :

- un diaphragme circulaire obtenu en perçant à l'aide d'un emporte-pièce une feuille de papier rigide (réalisez plusieurs diaphragmes : par exemple de 6, 8, 10 mm de diamètre). Ces diaphragmes sont montés sur une diapositive (prévoir un support pour celle-ci).

- une fente (éventuellement un série de fentes dont les largeurs sont de 0,5, 1, 2 mm) obtenue comme on l'a vu pour la fente source, en veillant à ce que les bords soient bien parallèles. Une solution parfaite consiste à utiliser les bords d'une lame de rasoir.

Décomposition de la lumière

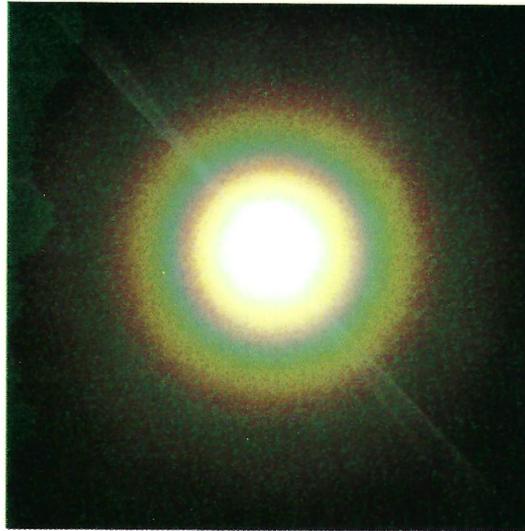


⇐
1. - **Couleurs des lames minces.** La couleur est due, ici, à un phénomène d'interférence entre les ondes réfléchies par les deux faces de la lame d'eau savonneuse. Elle dépend de l'épaisseur de la lame qui reste la même dans une direction horizontale.

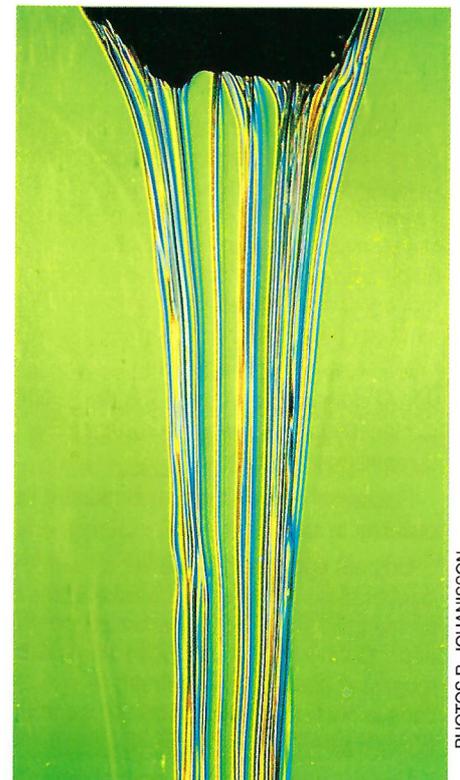
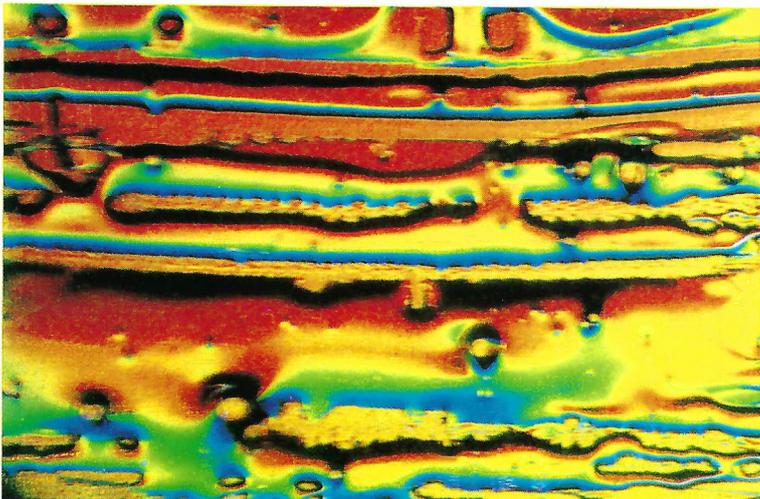


⇒
2. - **Miroirs de Fresnel.** Les ondes réfléchies par les deux miroirs interfèrent ; on obtient des franges colorées dont la position dépend de la longueur d'onde.

⇒
3. - **Couronne lunaire :** la décomposition de la lumière blanche est due à un phénomène de diffraction par des gouttelettes d'eau de même diamètre.



4. - 5. - Grâce à un **traitement d'image** dans le spectre, il est possible de transformer les déviations accidentelles d'un faisceau lumineux en faisceaux colorés. (Ici on observe une plaque de verre mouillée).
Le **traitement d'image** peut être utilisé pour observer un écoulement de fluide : on met en évidence les variations de l'indice de réfraction (écoulement d'une solution sucrée dans l'eau).



Décomposition de la lumière

— une série de supports en plastique transparent ou en verre sur lesquels vous aurez tracé des traits opaques, soit à l'encre de chine, soit en transférant des bandes noires. La figure 10 montre quelques uns de ces "filtres". Les valeurs numériques ne sont là signalées qu'à titre indicatif : il vous appartiendra de les ajuster à la largeur du spectre en fonction de ce que vous désirez montrer.

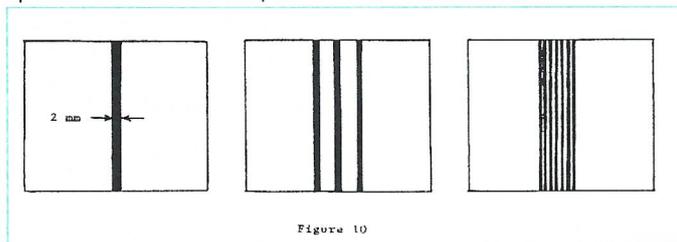


Figure 10

— un prisme de petit angle (quelques degrés) de un ou deux cm de large pouvant couvrir toute la hauteur du spectre. Le meilleur prisme sera constitué par un coin de verre (d'une glace biseautée par exemple). A défaut, une règle en plexiglas dont on a effacé les graduations à l'aide d'un solvant fera l'affaire.

Montage de base. Il est schématisé figure 11. Les réglages sont relativement critiques, mais il est possible de réaliser de belles expériences. (Toutes les photographies qui suivent ont été obtenues par l'auteur à l'aide de ce montage).

Le faisceau issu du prisme est coloré sur les bords mais sa partie centrale est blanche si on ne s'éloigne pas trop du prisme : c'est ici que nous plaçons le diaphragme circulaire (D) dans un plan de front du faisceau. En opérant ainsi on obtient une bonne image de ce diaphragme en D' sur un écran. La plupart des ouvrages invitent à faire l'image de la face de sortie du prisme mais celle-ci n'étant pas dans un plan normal à l'axe il n'est pas possible d'en obtenir une image convenable, surtout si on utilise un grandissement important avec un objectif de courte focale. De plus, le diaphragme circulaire limite un espace bien défini dont on peut modifier le diamètre et dans l'image duquel on observe des couleurs homogènes.

Il faut veiller à ce que l'objectif de projection (Obj.) ne diaphragme pas le faisceau coloré. Régler la position de cet objectif pour obtenir une image de D sur l'écran : celle-ci est **blanche**. Elle a été obtenue par recombinaison : tous les rayons colorés passant par un point A du diaphragme D se rencontrent ensuite en A', image de A donnée par la lentille. (Figure 11)

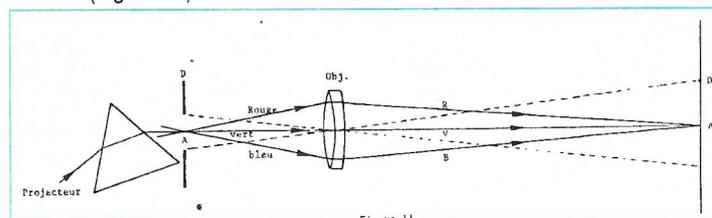


Figure 11

Traitement d'image.

En réalité, tous les rayons d'une même couleur, et provenant des divers points de l'objet, passent par un même point F', image du spectre donné par l'objectif. Il existe donc des images rouge, verte, bleue, etc... correspondant à F'R, F'V, F'B, etc... (figure 12)

On conçoit donc qu'il est possible d'intervenir dans le plan de cette image. Il est facile de ne laisser passer qu'une couleur en plaçant une fente étroite dans le spectre ; on peut également éliminer une couleur en plaçant un petit écran opaque. Dans le premier cas on isole une

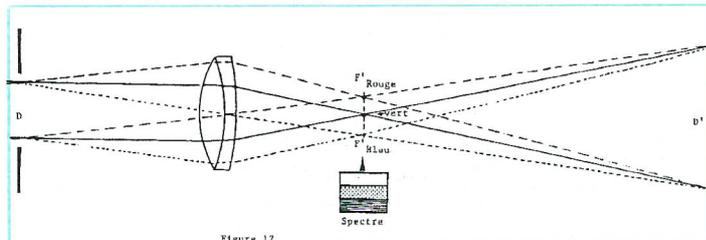


Figure 12

radiation "monochromatique" : l'écran ne reçoit que de la lumière d'une couleur; dans le deuxième cas on obtient la **couleur complémentaire** de la couleur interceptée. Les manipulations auxquelles on se livre sur le spectre constituent un **filtrage** et l'opération aboutit à un **"traitement de l'image"**.

L'expérience est délicate car il faut intervenir rigoureusement dans le plan du spectre, sinon on obtient sur l'écran une image de coloration non homogène. Ce test est à lui seul suffisant pour assurer un bon réglage.

Le réglage étant correct (il serait bon de disposer tous les instruments sur un banc d'optique pour plus de commodité) réalisez les expériences suivantes.

1) Le filtre étant une fente parallèle au spectre translater lentement celle-ci de manière à isoler successivement les radiations "pures". L'image du diaphragme prend alors successivement les couleurs du spectre avec des nuances que vous n'aviez pas remarquées dans celui-ci. Ainsi, vous observerez qu'un très faible déplacement de la fente dans le jaune vous conduit de l'orangé au vert-jaune. A l'extrémité du spectre vous pouvez isoler le violet qu'il est difficile de voir dans le spectre car l'oeil est peu sensible à cette couleur : il est alors masqué par le bleu. A la limite du violet on décèle par cette méthode l'ultra-violet en plaçant un écran fluorescent qui s'illumine en un disque bleu ou vert selon sa nature.

Les reproductions ci-contre ne peuvent donner qu'une idée très imparfaite de ce que l'oeil voit directement sur un écran. Si vous voulez photographier les images, réglez l'objectif de manière à ce que le grandissement soit convenable et formez directement l'image sur la pellicule après avoir retiré l'objectif de votre appareil.

2) Le filtre étant un rectangle opaque, on opère comme précédemment : en déplaçant cet obstacle dans le spectre on observe les couleurs complémentaires de celles qui sont éliminées.

Ainsi, quand l'obstacle est dans le bleu, sur l'écran on observe une image jaune ; dans le bleu-vert une image rouge ; dans le vert, une image pourpre ; dans le jaune, une image bleue, etc...

La couleur pourpre ainsi obtenue est parfois appelée "teinte sensible" quand la couleur complémentaire est située dans le vert-jaune qui est la couleur pour laquelle l'oeil présente le maximum de sensibilité. Quand on déplace l'obstacle dans le vert du spectre la teinte obtenue vire rapidement au rouge ou au bleu selon le sens du déplacement. Elle peut donc servir de repère pour les mesures dans certaines expériences.

Les couleurs ainsi obtenues sont très vives, bien qu'elles ne soient pas pures. Dans la nature on observe des teintes analogues obtenues par interférences : c'est le cas des lames minces et des bulles de savon. Tout le monde a remarqué que les films d'huile sur l'eau ont des couleurs qui "montent" c'est à dire qu'elles sont plus vives quand l'épaisseur de la lame diminue (ordre de grandeur : millième de mm). Pour une lame épaisse les couleurs sont plus pâles et les roses et les verts dominent.

Décomposition de la lumière

Notre montage va nous aider à comprendre ce qui se passe. Re commençons l'expérience du paragraphe précédent, mais cette fois en utilisant cinq ou six bandes obscures étroites dans le spectre : on observe sur l'écran des couleurs pâles, roses ou vertes. L'explication est la suivante : les fenêtres entre les bandes noires laissent passer des couleurs réparties dans tout le spectre : leur somme donne approximativement du blanc mais comme le vert-jaune joue un rôle primordial, ou bien cette couleur est masquée par une bande noire et on observe un pourpre lavé de blanc (c'est un dire un rose) sur l'écran ; ou bien cette couleur n'est pas masquée et le vert domine (lavé également de blanc, ce qui donne un vert pâle).

Si le nombre des bandes noires est très grand (quelques dizaines) la lumière obtenue présente l'aspect de la lumière blanche on obtient du blanc d'ordre "supérieur". C'est aussi ce qui se passe avec les lames de savon lorsque leur épaisseur devient très grande (quelques dizaines de millièmes de mm).

Un spectrophotomètre

L'étude de l'absorption d'une substance que nous avons abordée plus haut grâce à la comparaison de son spectre d'absorption et du spectre d'émission peut être poussée plus loin avec le dispositif qu'on vient de décrire. En effet la fente placée dans le spectre isole une radiation (ce dispositif s'appelle un monochromateur) correspondant à une couleur donnée. Supposons maintenant qu'on interpose sur le trajet de la lumière un filtre coloré : la couleur observée sur l'écran reste évidemment la même mais elle est plus ou moins atténuée. La comparaison de l'intensité lumineuse reçue avant (I_0) et après (I) l'interposition du filtre permet de mesurer le coefficient de transmission

$$T = \frac{I_0}{I} \text{ du filtre pour la couleur considérée.}$$

Pour cela, il suffit de disposer d'un récepteur donnant une réponse proportionnelle à l'intensité lumineuse ; peu importe que sa sensibilité varie en fonction de la couleur puisque la comparaison a lieu à couleur constante et pour une largeur de fente donnée. On recommence l'opération pour chaque couleur et on obtient ainsi le facteur de transmission du filtre en fonction de la longueur d'onde.

Même si vous ne souhaitez pas tracer cette courbe il vous est possible, toujours avec le même montage, de comparer simultanément, pour chaque couleur, les intensités désignées ci-dessus par I et I_0 : il suffit de placer un morceau de filtre dans le plan du diaphragme objet de manière à ce qu'il en masque, par exemple, la moitié. Dans le plan de l'image on a deux plages de même couleur avec des intensités différentes. (Figure 13)

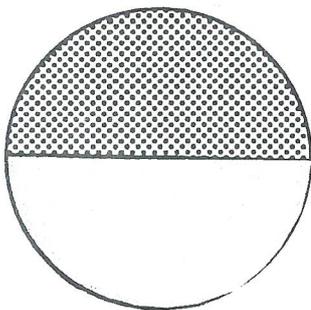


Figure 13

Par exemple si le filtre est pourpre on verra que le coefficient de

transmission voisin de 1 pour le rouge et le bleu devient très faible dans le vert. Un filtre rouge donne une image seulement pour cette couleur ; les autres couleurs du spectre sont pratiquement éteintes. Avec un filtre interférentiel à bande passante étroite on observe une plage lumineuse seulement pour une radiation bien déterminée.

Vous pouvez alors recommencer l'expérience vue plus haut en montrant l'influence de la température de la source et en observant l'image du diaphragme. A basse température on n'obtient que des images rouge et verte. Au fur et à mesure que la température augmente on voit apparaître le bleu qui n'existait pas auparavant.

Longueur d'onde dominante et facteur de pureté

Dans la nature les couleurs "pures" sont exceptionnelles. Comment définir une couleur, par exemple celle qu'on observe lorsqu'un faisceau de lumière blanche a traversé un filtre jaune ordinaire ? Le spectrophotomètre nous indique que ce filtre transmet bien le rouge, le jaune et une grande partie du vert ; en revanche, le bleu et le violet sont fortement atténués. La couleur jaune obtenue peut être cependant caractérisée par sa longueur d'onde dominante : c'est-à-dire la longueur d'onde d'une radiation pure qui donne sensiblement la même couleur. L'identification va se faire (toujours) avec notre montage : projetez sur un écran la couleur en question (par exemple avec un autre projecteur de diapos) et cherchez, avec le monochromateur, la couleur "pure" qui s'en rapproche le plus dans l'image voisine.

Cette méthode ne convient pas pour toutes les couleurs : en effet, les pourpres n'ont pas d'équivalent dans le spectre ! Pour ces couleurs, on procède autrement : on cherche la longueur d'onde de la lumière complémentaire (c'est un vert) qui, retirée du spectre, donne la même couleur.

Deux couleurs peuvent avoir même longueur d'onde dominante et être cependant différentes. L'expérience montre qu'il est nécessaire de définir en plus la "pureté" d'une couleur. La pureté dépend de la quantité de lumière blanche qu'il faut ajouter à une couleur pure pour obtenir la couleur cherchée. (La pureté est un nombre qui varie de 0 à 1). Une couleur pure est dite saturée.

Reprenons notre montage en utilisant un filtre représenté à l'aide de la figure 14 . Ce filtre comprend deux parties : la partie basse (a) qui laisse passer la partie inférieure du spectre du rouge au violet.

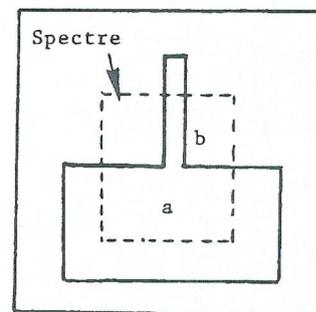


Figure 14

A cette partie correspond une lumière blanche sur l'écran ; la fente (b) de la partie haute ne laisse passer qu'une couleur. Ainsi lorsque ce filtre est en place, la fente (b) étant dans le rouge on observe une image blanche à laquelle se superpose une image rouge : l'image est rose. La pureté de la couleur obtenue varie de 0 (pas de fente b) à 1 (pas de fenêtre a). On conçoit qu'en faisant varier les hauteurs respectives de la fente et de la fenêtre on modifie le facteur de pureté à volonté !

Couleurs complémentaires

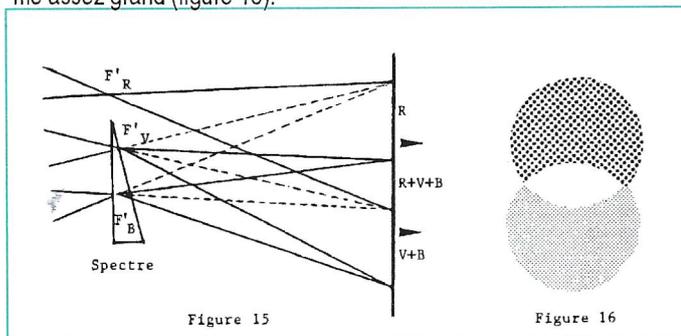
Par définition, quand on retire une couleur du spectre de lumière

Décomposition de la lumière

blanche, la recombinaison des autres couleurs donne la couleur complémentaire. Il revient au même de dire que la somme de deux couleurs complémentaires donne du blanc.

Par exemple, quand on retire le vert du spectre la couleur obtenue est pourpre = bleu + rouge ; on peut aussi écrire : pourpre = blanc - vert. On obtient donc cette couleur pourpre soit par une synthèse **additive**, soit par une synthèse **soustractive**.

Un prisme de petit angle dont l'arête est parallèle au spectre dévie une partie de ce spectre (figure 15) et donne sur l'écran une image du diaphragme déplacée vers la base du prisme. L'image rouge n'est pas affectée : on observe donc sur l'écran deux images qui ont une partie commune si la déviation est assez faible et le diamètre du diaphragme assez grand (figure 16).



L'image déplacée a une couleur qui correspond à la somme vert + bleu (bleu-vert). Les deux images ont des couleurs complémentaires comme le montre l'expérience puisque la partie commune est blanche.

En déplaçant le prisme dans le spectre on peut observer les couleurs complémentaires jaune et bleu, ... vert et pourpre, etc... (à condition toutefois que le prisme soit suffisamment étroit pour ne concerner qu'une couleur).

L'expérience précédente peut s'étendre au cas où la lumière incidente n'est pas blanche. Par exemple, placez dans le spectre une bande noire qui absorbe le vert et, immédiatement à la suite, le prisme qui intercepte le bleu : sur l'écran apparaissent deux cercles bleu et rouge dont l'intersection est pourpre. On obtient de même une couleur jaune qui apparaît comme la somme du rouge et du vert, une couleur bleu-vert = bleu + vert, etc...

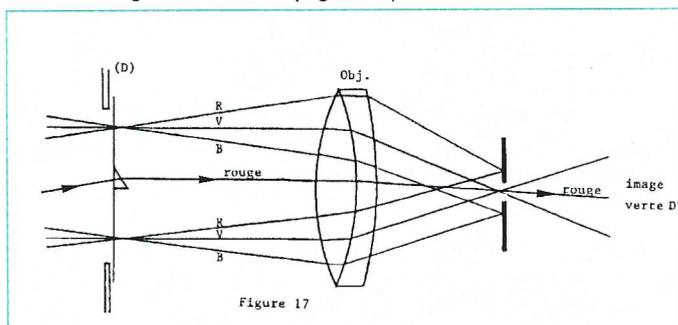
Au lieu de placer une bande absorbante, placez un filtre quelconque et recommencez !

Application du traitement d'image colorée à la mise en évidence d'inhomogénéités

Pour en finir (provisoirement) avec le montage du traitement d'image, voici une belle expérience qui vous récompensera de votre patience. Examinez à nouveau le montage (figures 11 et 12) et imaginez que dans le plan du diaphragme D se trouve une petite lame de verre en forme de coin qui dévie les rayons lumineux et supposez d'autre part qu'on ait placé une fente dans le plan du spectre afin d'isoler l'image verte.

Tous les rayons verts traversant le diaphragme, sans déviation, vont contribuer à former son image verte sur l'écran. Tous les rayons des autres couleurs vont être arrêtés, sauf ceux qui subiront une déviation accidentelle qui leur donnera la direction des rayons verts ! Si l'angle du prisme est tel qu'un rayon rouge incident soit parallèle à un rayon vert à la sortie, ce rayon rejoindra l'écran en passant par la fen-

te placée au foyer vert. Le détail constitué par le petit prisme sera visible en rouge sur fond vert. (Figure 17)



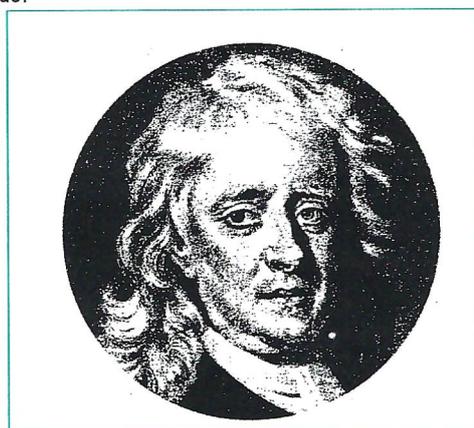
Imaginez maintenant un milieu inhomogène (traces de liquide sur une plaque de verre, fond de verre moulé, etc...) que vous placez dans le plan du diaphragme : vous observez son image sur l'écran avec des zones colorées : à chaque couleur correspond une déviation donnée.

La déviation peut être provoquée par une différence d'indice de réfraction dans un milieu inhomogène. Placez une cuve à faces parallèles contre le diaphragme : si la cuve contient un liquide homogène (par exemple de l'eau) les rayons colorés issus du prisme ne subissent pas de déviation et sur l'écran vous observez une image dont la couleur dépend du filtre utilisé (fente ou bande opaque). Laissez tomber dans la cuve un filet de glycérine dont l'indice de réfraction est plus élevé que celui de l'eau : vous obtenez localement des variations d'indice qui se traduisent par de nombreuses couleurs tant que l'eau et la glycérine ne forment pas un mélange homogène. Un morceau de sucre candi juste au contact de l'eau se dissout lentement et donne un spectacle prolongé !

Notez aussi que vous pouvez observer la même expérience sur un fond de couleur différent (en jouant sur le filtre). En plaçant un petit prisme dans le plan du spectre comme on l'a vu plus haut, on peut observer l'expérience simultanément en deux couleurs complémentaires, ce qui se révèle utile pour l'étude d'un phénomène qui varie avec le temps.

Décidemment la décomposition de la lumière et sa recombinaison n'ont pas encore fini de nous étonner...

Rendez-vous, si vous le voulez bien, dans le prochain numéro de notre revue.



ISAAC NEWTON

(PETITE) HISTOIRE DE LA COULEUR

La couleur, c'est bien connu, n'a pas de réalité physique : il s'agit d'une sensation physiologique et psychologique dont l'homme est, parmi les espèces animales, l'un des rares bénéficiaires.

Dans toutes les civilisations et à toutes les époques, l'homme a porté un grand intérêt à la couleur. L'arc-en-ciel a sa déesse ailée, la célèbre IRIS, à l'écharpe légère qui se colore aux feux du soleil.

L'engouement pour la couleur n'a fait que se développer au cours de l'histoire. A l'époque préhistorique on en trouve la trace dans l'art pariétal de la Chapelle-aux-Saints où le rouge est déjà chargé de signification. Des fresques de Pompéi aux peintures impressionnistes, en passant par les vitraux de l'époque gothique, l'univers coloré s'est enrichi de multiples manières, comme en témoigne également le vocabulaire ; surtout dans les civilisations occidentales qui font un étalage exubérant de chromatisme.

Si l'église ne connaît que les cinq couleurs liturgiques fixées par Innocent III vers 1200 (le blanc, le violet, le vert, le rouge et le noir) ; si l'art du blason n'en admet également que cinq (le gueules, l'azur, le sable, le sinople et le pourpre), de nos jours il est quasiment impossible d'identifier les différentes nuances que nous proposent les chimistes... ou les ordinateurs(*)

Littré signale une bonne quarantaine de couleurs vertes, en provenance de Saxe, d'Egypte, de Vérone ou d'Angleterre,... ou inspirées par des pierres précieuses, des métaux, des fruits ou plantes comme la pomme, l'olive, le chou, le laurier ou le cyprès !

Les autres civilisations ne sont pas en reste. Levi-Strauss fait remarquer que chez les indiens d'Amérique tropicale le choix des plumes servant à la confection des parures est inspiré par un "véritable délire chromatique".

Aujourd'hui on ne peut imaginer la vie quotidienne privée de couleurs. Un film, un livre sans couleurs nous paraissent ternes : la "civilisation de l'Image" tient un rôle capital, obsédant, exaltant, dans notre monde moderne.

(*) Avec un micro-ordinateur on peut obtenir successivement un très grand nombre de couleurs. Ainsi le logiciel ADASTA "Synthèses des couleurs" disponible sur le marché permet de faire apparaître, en combinant les 64 niveaux de luminance des trois couleurs de base (rouge, vert et bleu), $64^3 = 262\ 144$ nuances différentes du noir au blanc. Naturellement l'œil n'est pas en mesure de les apprécier toutes.

librairie
les Volcans
d'auvergne

80, boulevard Gergovia
CLERMONT-FERRAND

mathématique de l'ophtalmologie

Professeur Pierre SOLÉ

"Un homme de science est censé posséder, et cela de première main, des connaissances complètes et approfondies sur quelques sujets ; aussi attend-on habituellement de lui qu'il n'écrive rien sur un sujet qu'il ne domine pas comme un maître. Pareille réserve est considérée comme une question de noblesse oblige. Pour le but présent je désire renoncer à la noblesse, s'il en est, et être affranchi de l'obligation qui en découle. Mon excuse est la suivante :

Nous avons hérité de nos ancêtres une invincible prédilection pour des connaissances unifiées et universelles. Le nom même donné aux institutions les plus éminentes du savoir nous rappelle que, dès l'antiquité et au travers de nombreux siècles, l'aspect universel a été le seul auquel on ait accordé un plein crédit. Mais, au cours des cent dernières années, l'extension à la fois en largeur et en profondeur des branches multiples du savoir humain nous a mis en face d'un étrange dilemme. Nous sentons nettement que ce n'est que depuis peu que nous commençons à acquérir des données sûres pour fondre en un seul bloc la somme totale de tout ce qui est connu ; mais d'un autre côté, il est devenu quasi impossible pour un seul esprit de maîtriser plus qu'une petite partie spécialisée de ce tout.

Sous peine de voir notre vrai but se perdre à jamais, je ne vois pas d'autre échappatoire à ce dilemme que d'admettre que quelques-uns d'entre nous se hasardent à un essai de synthèse des données expérimentales et des théories, fût-ce avec des connaissances incomplètes et de seconde main pour certaines d'entre elles — et au risque de se rendre ridicules".

SCHRÖDINGER.

Le hasard de mes lectures a fait que j'ai découvert dans ma bibliothèque un article de Jérôme Lejeune, daté de mai 1987 sur la "physiologie de l'intelligence". J'ai été bouleversé car il y a 5 ans, jour pour jour, la Société Française me confiait ce Rapport ; je ne connaissais pas cet article et pourtant, en filigrane, transparaisaient les idées forces qui nous ont guidés dans la rédaction de ce livre.

Je ne peux résister au plaisir d'extraire quelques moments forts de cet ouvrage en l'illustrant d'une manière que je souhaite plaisante, en vous apportant des produits de notre terroir Auvergnat.

"Toutes mes histoires sont vraies, mais certaines sont plus vraies que d'autres".

Si Socrate avait, par une fantaisie de la biologie, vécu en Gaule, il se serait sans doute adressé à ses disciples pour leur rappeler *"que la pensée est un discours que l'âme se tient à elle-même sur les objets qu'elle examine"*.

Si les ophtalmologistes avaient examiné attentivement l'organe visuel, quels pas de géants aurions-nous effectués !

Observons Euclide, il constate que l'intersection de 2 sphères constitue un cercle. Cela nous rappelle que la sclère

et la cornée constituent exactement cette figure géométrique.

L'iris est constitué de fibres radiales, la pupille est le centre où convergent mille rayons. Euclide comprend que la tension des fibres les oblige à parcourir le chemin le plus court entre tous les points de la surface (fig. 1).

Des théoriciens actuels définiraient le plan par le calcul tensoriel ; quant à nous, nous avons exposé Euclide en un clin d'œil.

Quelques millénaires plus tard, Descartes eut *"la vision admirable"* d'un plan défini par 2 droites orthogonales (fig. 2).

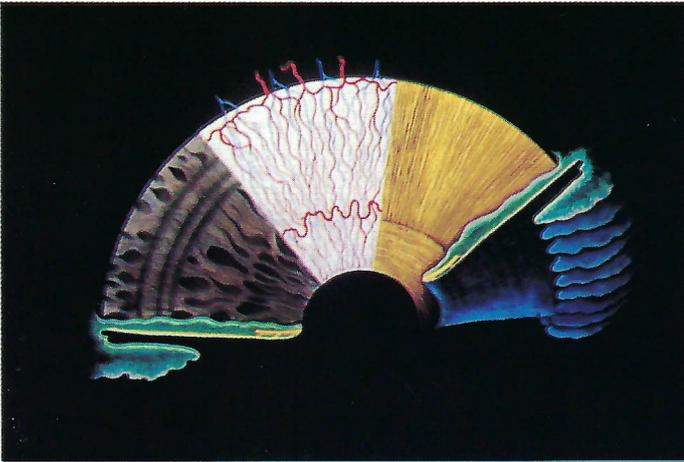


Fig. 1 - Fibres radiaires de l'iris et jeu pupillaire.

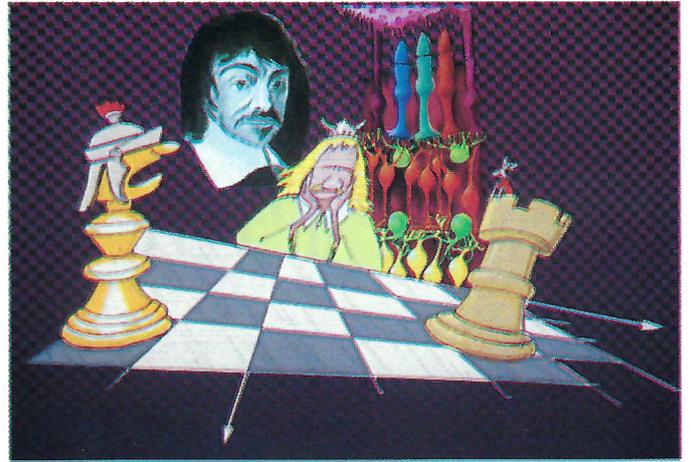


Fig. 2 - Déjà, la "vision admirable" de Descartes.

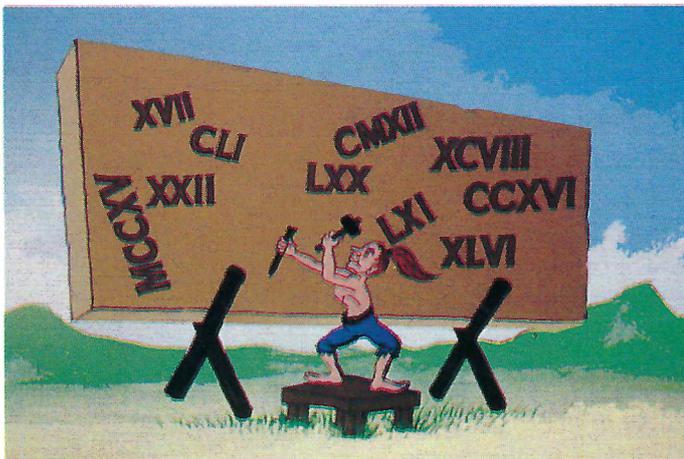


Fig. 3. - Les nombres à la romaine.

Chaque point se trouve reconnu par la position qu'il occupe sur la case d'un échiquier (géométrie analytique). Dans une pièce faiblement éclairée, une pression des doigts sur les paupières closes engendre une sensation lumineuse.

En variant délicatement la pression,

doute se frotte les yeux pour que cette découverte soit effectuée !

Quant à nous, d'Euclide à Descartes, nous avons progressé de l'objectif vers la plaque sensible en suivant le trajet des rayons lumineux.

Si nous poursuivons notre explora-

tion, nous découvrirons tout l'arsenal des algébristes modernes (fig. 3). Dès le chiasma, nous inventons les bijections, puis nous rencontrons (fig. 4) :

- les ensembles et sous-ensembles,
- les anneaux et idéaux,
- les treillis et les espaces fibres,
- les ensembles isomorphes.

Bref, le développement des sciences géométriques a suivi le même chemin que les impressions lumineuses.

A quoi pouvait penser Aristote lorsqu'il roulait entre deux doigts entrecroisés une boulette de pain. Sans doute que toutes les propriétés de notre sac de peau (et pas seulement la vision) se trouvent répertoriées dans l'écorce cérébrale.

Cette expérience déroutante s'expli-

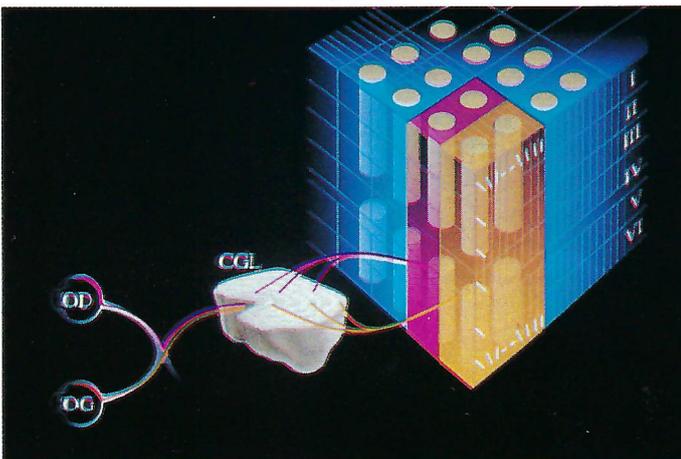


Fig. 4 - De l'œil au cortex.

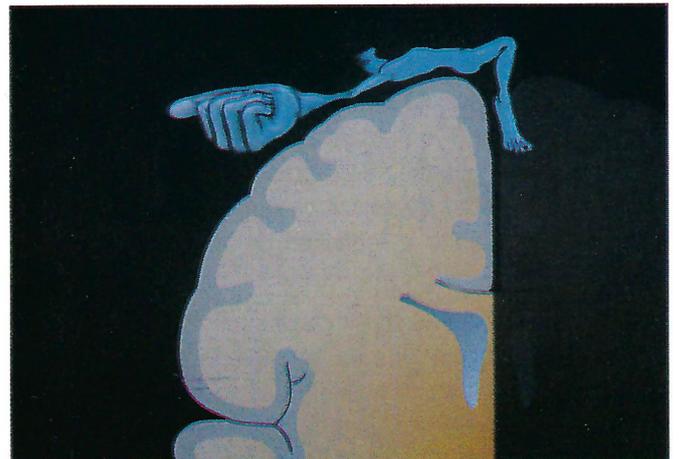


Fig. 5 - Projection corticale du schéma corporel.

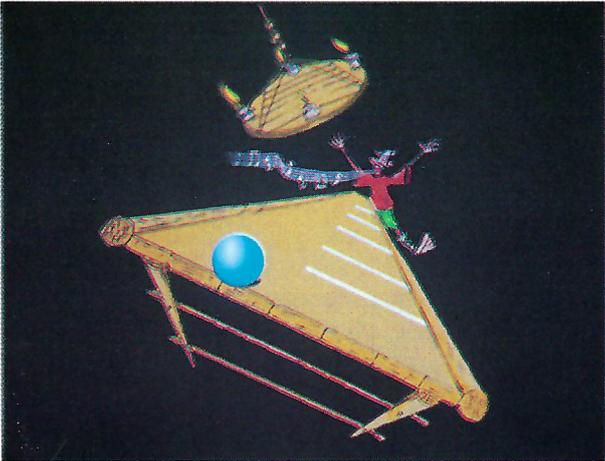


Fig. 6 - Galilée ou le génie de l'expérimentation.

que par le fait que notre corps tout entier est représenté sur les deux rives de la scissure de Rolando, à peu près dans la région que recouvre le serre-tête d'écaille des jeunes filles.

La moitié du corps droit se projette sur le côté gauche et vice-versa. La moitié de l'homoncule se tient comme allongée sur la pariétale ascendante, les pieds pendant dans le sillon interhémisphérique et la tête vers le bas. Chaque point de notre corps se trouve ainsi figuré en bon ordre. Les doigts le sont aussi, un par un, le pouce vers le bas, le cinquième vers le haut (fig. 5).

Lorsqu'on touche la boulette les doigts croisés, elle touche alternativement le bord de l'index qui regarde le pouce et celui du médus, qui regarde l'auriculaire.

Dans la représentation cérébrale, les

deux zones sont séparées par toute la largeur de deux doigts ; les croiser ne change rien à la projection au niveau du cerveau qui refuse d'admettre que les 2 côtés d'une seule boule puissent être séparés par l'épaisseur de 2 doigts.

Si nous savons nous extraire de l'espace et du temps, nous imaginons Newton qui contemple la lune. Une pomme soudain se détache ; il entend d'abord le bruit des feuilles froissées par la chute d'un corps, il relève la tête pour voir d'où vient le danger.

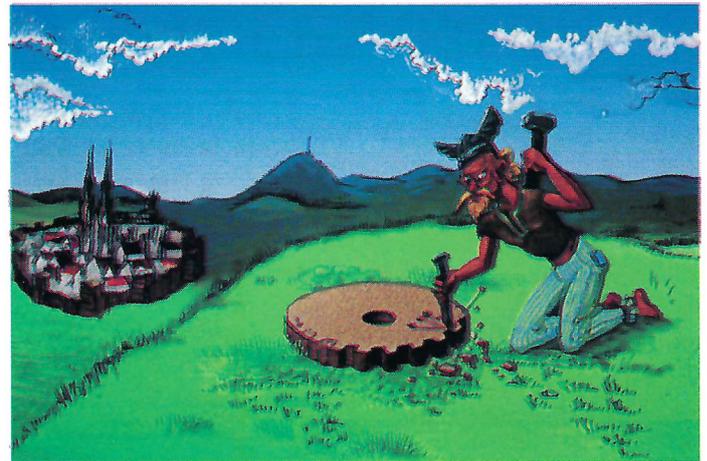


Fig. 7 - Balbutiements de la calculatrice.

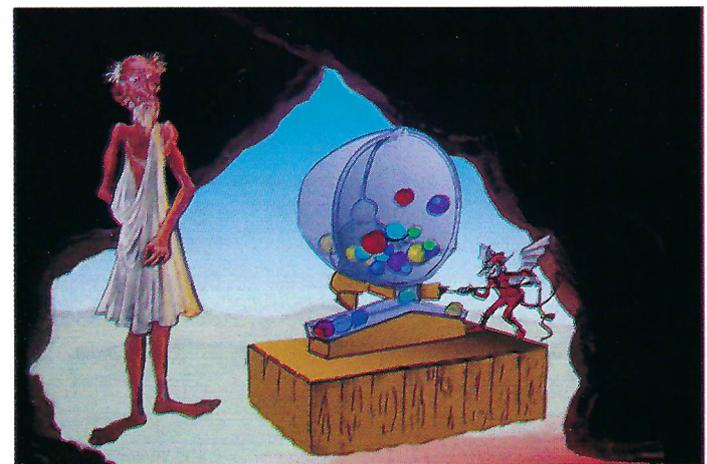


Fig. 8. - Bien avant le loto.

L'organe d'équilibre que nous possédons dans notre oreille interne lui fournit à l'instant la sensation de mouvement lui rendant à la fois la masse et l'inertie, le temps et la vitesse, tous les ingrédients indispensables à l'invention des lois de l'attraction universelle.

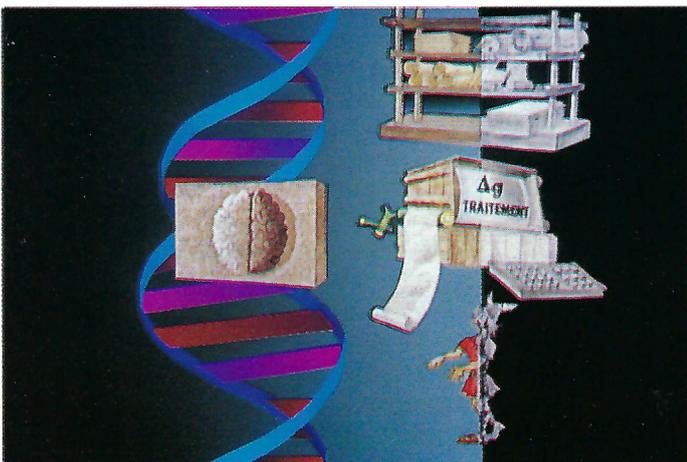


Fig. 9 - La plus élaborée des spirales.

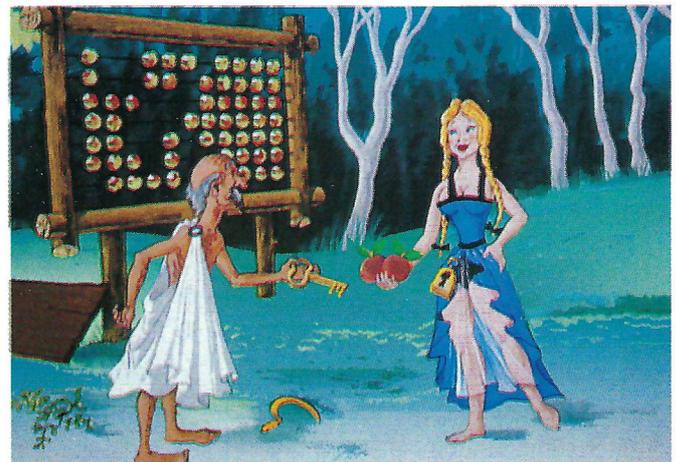


Fig. 10 - Chaque serrure a sa clef !

Un peu auparavant, Galilée recherche la loi de la chute des corps (fig. 6). Pour étudier l'accélération, il marque à la craie les positions successives qu'occupe une bille quand revient le temps fort d'une chanson qu'il fredonne. Etant enfant, il avait découvert l'isochronie du pendule dans une église en comparant le balancement d'un lustre et la mélodie des chants religieux : l'oreille est ainsi faite qu'elle perçoit la chanson du temps.

L'organe de l'équilibre qui siège dans l'oreille interne nous renseigne grâce aux canaux semi-circulaires sur la notion des trois plans qui forment notre espace. De plus, les petits cristaux qui flottent dans le liquide nous enregistrent l'inertie.

Le mérite d'Einstein fut de mettre en relation, comme le font d'ailleurs leurs trajets anatomiques, le nerf vestibulaire (espace et équilibre), et le nerf cochléaire (qui nous apporte la musique et, avec elle, le temps).

D'où sa nouvelle perspective à 4 dimensions, 3 dimensions pour l'espace et une dimension pour le temps.

Quand Pascal découvre, par le jeu de roues dentées et de tringles (fig. 7), qu'il peut simuler le calcul arithmétique, il démontre du même coup qu'il est possible d'insérer du logique dans l'inanimé. Cela présuppose des règles qui resteront immuables :

— un réseau pré-établi logique par construction,

— une transmission à distance, claire sans diffusion,

— une réponse franche de chaque composant : oui ou non.

Onze mille millions de neurones reliés les uns aux autres, unis bout à bout, représentent un chiffre extraordinaire. Le câblage d'un seul être humain correspond à une longueur de Paris à Tokyo. Si l'on prend en compte le faisceau des microtubules, qui pour certains représente le câblage élémentaire,

le chiffre serait astronomique : l'équivalent de Paris à la lune.

Abordons maintenant le paradoxe de la théorie de l'information en rejoignant la thermodynamique. Pour remonter le cours inexorable de l'entropie, Maxwell imagine qu'un ingénieux démon manie une petite trappe lui permettant de trier des particules (fig. 8). Laissant passer d'un côté celles d'un certain type, refusant l'accès aux autres, il parvient à séparer les éléments d'un mélange statistique et mettre en ordre le chaos. C'est commander à l'énergie, en saisissant la matière à son grain le plus fin. On gagne ainsi de l'information, comme Shannon le démontrera plus tard.

Les synapses utilisent le même stratagème. La membrane de la cellule réceptrice est percée de petits trous qui laissent passer une à une, des particules positives. Ces pertuis minuscules acceptent le sodium mais refusent le potassium, lesquels ont tous les deux la même charge mais pas le même encombrement. Notre réseau à détecter l'ordre, c'est le propre de la raison, il représente un compteur de particules d'une effarante vélocité.

Les instructions nécessaires et suffisantes pour élaborer cet admirable réseau peuvent se trouver réduites à la plus simple expression dans la cellule minuscule qu'est l'œuf fécondé.

Dix mille millions d'informations dans l'ADN vont dicter les plans de la machine cérébrale. La logique neurologique est identique pour toutes les espèces mais le plan allant de l'ADN au cerveau diffère d'une espèce à l'autre (fig. 9).

Le médiateur chimique est une clef de sécurité qui s'adapte exclusivement à un seul type de serrure. La membrane est ainsi constituée qu'elle reconnaît la position et la charge électrique de chacun des atomes qui composent la clef.

Le muscle dilatateur de l'iris est commandé par une clef, l'adrénaline ; celui du sphincter par l'acétylcholine. Ces

deux clefs ont un aspect fort différent, chacune s'adapte à sa propre serrure.

Le sympathique élargit la pupille (il permet la reconnaissance et la découverte), le circuit cholinergique entraîne un myosis, il analyse et détaille (fig. 10).

Toute la pathologie est comme une encyclopédie des malheurs de l'appareil visuel, elle constitue une véritable *via dolorosa*, que nous devons nous attacher à découvrir.

Il reste cependant une faille qui frappe chacun de nous. Nous avons grand peine à relier les deux réseaux les plus importants :

— celui qui nous émeut : nous l'appellerons le cœur,

— celui qui nous donne une emprise sur le monde qui nous entoure, nous le nommerons raison.

D'où cette difficulté à saisir en même temps le passionnel et le logique : le cœur et la raison ne vivent pas toujours en bonne intelligence.

Et pourtant, comme l'écrit Jérôme Lejeune : "*A magnifier seulement la raison, notre époque, éblouie de ses prouesses techniques, est en grand danger d'oublier cet autre côté du réel que recherchent les poètes, les amoureux et les mystiques. La raison peut aussi s'emporter et c'est le cœur qui la raisonne. On ne peut pas les séparer : l'intelligence elle-même n'y résisterait pas*".

Pierre SOLÉ

Professeur d'ophtalmologie

Hôpital Gabriel MONTPIED

place Henri Dunant

BP 69

63003 CLERMONT-FERRAND CEDEX

Article paru dans la revue "*Coup d'œil*", août 1992.

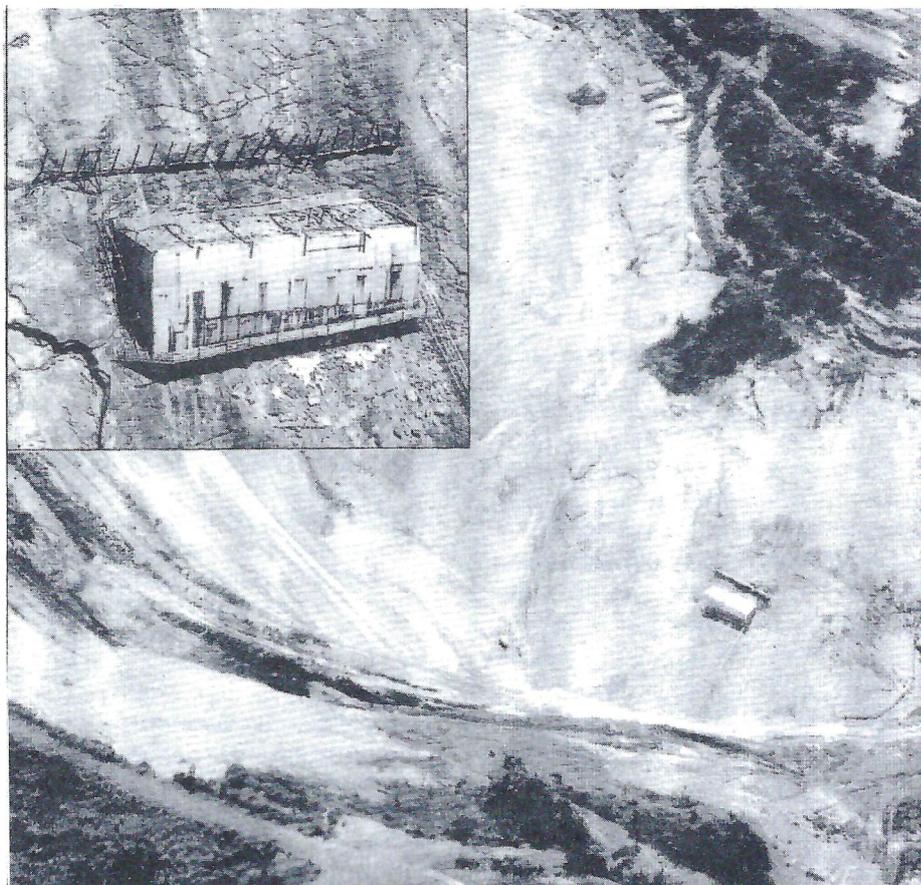
DES RÉACTEURS NUCLÉAIRES NATURELS FOSSILES AU GABON

La géophysique est une science fascinante essayant de percer les secrets de notre vieille Terre. Elle étudie des phénomènes très variés allant des secousses sismiques aux éruptions volcaniques en passant par la géothermie, la magnétosphère, etc... Tous ces phénomènes terrestres sont suivis actuellement avec les méthodes scientifiques les plus modernes mais la Terre n'a pas encore livré aux Physiciens du globe le secret des variations brusques de sa vitesse de rotation autour de son axe, ni des inversions de son champ magnétique au cours des âges, ni les causes réelles des fractures soudaines de l'écorce terrestre qui enveloppe le magma intérieur...

Parmi tous ces mystères, il est un phénomène qui n'est pas encore assez connu du grand public car il est tellement incroyable et difficile à expliquer que les scientifiques en sont aux balbutiements pour essayer de cerner l'extraordinaire événement que constitue la découverte en 1972 de réacteurs nucléaires fossiles vieux de 1950 millions d'années environ, dans la mine d'uranium d'Oklo au Gabon en Afrique Equatoriale...

Bien sûr en 1972 la Physique Nucléaire est déjà très avancée dans le monde entier...

Elle a commencé en **1789** lorsque le chimiste allemand Klaporth, professeur à l'université de Berlin, a découvert un nouvel élément naturel de numéro atomique 92 et de masse atomique 238,14. Ce nouvel élément est appelé uranium en l'honneur de la découverte de la planète Uranus par l'astronome Herschell à la même époque. L'histoire continue lorsque le chimiste français Péligré isole l'uranium en 1842 à partir de son oxyde d'urane; l'uranium sera le dernier élément de la classification imaginée par le chimiste russe Mendeleïv à Saint-Petersbourg en 1869. Puis en **1896** le savant français Becquerel découvre la radioactivité naturelle des sels d'uranium. En 1898 Pierre et Marie Curie observent que certains minerais d'uranium émettent plus de rayonnements que d'autres ; en cherchant alors à isoler ce qu'ils croient d'abord être des impuretés du minerai, ils découvrent deux éléments nouveaux très radioactifs qu'ils appellent polonium et radium.



AU SEIN DE L'EXPLOITATION DU GISEMENT D'OKLO A ÉTÉ PRÉSERVÉE UNE ZONE A LA DISPOSITION DES CHERCHEURS.

En 1938, grâce aux travaux de Fermi, physicien italien, découverte du phénomène appelé "fission des atomes d'uranium" : sous le choc d'un neutron un noyau d'uranium 235 peut se casser en deux fragments plus légers avec libération d'une grande énergie.

Le 2 Décembre 1942, il y a 50 ans, Fermi réfugié aux Etats-Unis, en provoquant la fission de l'Uranium 235 par un flux contrôlé de neutrons déclenche la première réaction en chaîne de l'histoire créant ainsi la première "pile atomique".

Très vite l'énergie nucléaire trouve ses applications, non seulement dans les bombes atomiques, mais aussi dans le domaine civil avec la création, partout dans le monde, de nombreuses centrales électriques utilisant l'uranium sous forme de fluorure UF₆.

Or, le 7 Juin 1972, à la centrale nucléaire de Pierrelatte, dans la vallée du Rhône, on

constate que plusieurs échantillons de l'UF₆ pris dans des conteneurs différents fournis par la COMUF (Compagnie des Mines d'uranium de Franceville du Gabon) ont une teneur en uranium 235 inférieure à la normale. Différentes analyses et plusieurs contrôles sont effectués aux Laboratoires de Pierrelatte pendant les mois de Juin et Juillet 1972. Le bilan des études systématiques montre que l'anomalie concerne 700 tonnes d'uranium dans lesquelles il manque 200 kg d'uranium 235. On examine le minerai lui-même à la sortie de la mine d'Oklo et on le trouve appauvri de façon considérable !

Tout se passe comme si ce minerai avait déjà servi à des fissions nucléaires !

On décide alors, au Laboratoire de Pierrelatte, d'analyser dans ces échantillons "les terres rares" qui sont des produits de réactions de fission : l'analyse faite par spectrographie de masse montre alors

l'existence de néodyme dans ces échantillons avec une composition isotopique analogue à celle du néodyme extrait des combustibles irradiés des réacteurs à eau légère...

Au mois d'Août 1972, on est obligé d'admettre que la mine d'Oklo au Gabon a été le siège de fissions en chaîne qui seraient apparues spontanément dans un passé très reculé, environ 1950 millions d'années.

En Septembre 1972, deux communications sont présentées à l'Académie des Sciences sur cette découverte. Il faut signaler l'étonnement et même le scepticisme de nombreux scientifiques : des journalistes au mois de septembre 1972 ont même évoqué la visite d'extraterrestres...

Bien sûr, on savait déjà depuis une trentaine d'années que le soleil est lui-même le siège d'importantes réactions spontanées de **fusion nucléaire** : 4 atomes d'hydrogène fusionnent pour donner un atome d'hélium. C'est en transformant par seconde environ 567 millions de tonnes d'hydrogène en 562,5 millions de tonnes d'hélium (avec une perte de masse de 8/1000) que le soleil éclaire le monde depuis sa naissance. Et malgré cette perte de masse d'environ 4,5 millions de tonnes par seconde - avec libération d'énergie $E = mC^2$ avec C (vitesse de la lumière) $C = 3 \times 10^8$ m/s) l'espérance de vie du soleil est encore environ 50 milliards d'années !

La formidable énergie libérée par la fusion nucléaire est étudiée en laboratoire dans le monde entier, mais les réactions de fusion nucléaire, utilisées dans la bombe H, sont difficiles à contrôler et le problème de leur utilisation en vue d'obtenir de "l'énergie domestiquée" n'est que partiellement résolu... alors que, dans le Soleil, cela fonctionne très bien.

De même la découverte du phénomène d'Oklo a montré que la nature avait réalisé, tout simplement, il y a près de 2 milliards d'années, ce qui avait nécessité de longs et coûteux efforts de recherche et de développement à la science et à la technique pour aboutir à la maîtrise des réacteurs nucléaires industriels.

Le Phénomène d'Oklo est, pour le moment, exceptionnel, unique au monde, mais il a une grande portée scientifique, technique, humaine et philosophique.

Au point de vue **scientifique**, il a fallu déterminer les conditions géologiques, thermodynamiques et hydrothermales qui ont permis à ces réactions de fission de se produire spontanément, de se poursuivre sans être étouffées, ni devenir explosives et enfin de se propager ! car on a découvert à ce jour jusqu'à 16 foyers différents de réactions nucléaires dans le gisement uranifère de la région d'Oklo: le 16ème réacteur a été découvert au printemps 1991; on a été alors bien obligé d'admettre l'idée qui paraissait au départ tellement extravagante qu'on osait à peine la formuler "les réacteurs se sont fabriqués eux-mêmes de proche en proche"...

Mais l'étude des conditions qui ont permis le démarrage, la continuité et cette propagation des foyers de réaction est très complexe et relève à la fois de la Physique et des Sciences de la Terre (géochimie, hydrogéologie, hydrochimie...). Le rôle de l'eau a été primordial. On pense actuellement que le démarrage des réactions coïncide avec un épisode géologique de métamorphisme dans l'Afrique Equatoriale (il y a 1950 millions d'années). A cette époque de grandes fracturations de terrains se sont produites, servant de drains à des circulations minéralisantes qui ont permis des sur-concentrations d'uranium créant les conditions critiques de démarrage des réactions; les quartz des grès primitifs ayant été dissous en totalité par les circulations chaudes, les réactions se sont produites dans des terrains déstructurés et imparfaitement compactés, mais alors ces réactions ont modifié complètement leur environnement, faisant progresser la désilicification des grès primitifs et permettant l'extension du phénomène nucléaire.

Cependant l'étude est compliquée par le fait que les analyses ont montré que les différentes zones de réaction ont eu :

- > des durées de réaction différentes allant de 100 000 ans à un million d'années

- > des conditions de fonctionnement différentes

- différentes profondeurs: 400 à 500 m pour les zones 7 et 9 mais d'autres sont plus en surface et d'autres sont plus profondes (3 à 4 km).

- différentes températures : dans la zone 2 le coeur du réacteur a atteint 360 -

400°C pour une température ambiante de 150° et avec un gradient thermique autour du coeur pouvant atteindre 100° par mètre ; pour d'autres zones les températures n'ont pas dépassé 250 - 260°C

- différentes pressions comprises entre 150 et 400 bars.

De plus ces différents paramètres sont reliés entre eux : les zones les moins profondes ayant des températures moins élevées et une moindre pression exercée par les terrains sous-jacents.

Enfin il y a d'autres facteurs qui interviennent comme la présence de matières organiques dans certaines zones (bitume).

L'étude est donc difficile et complexe mais passionnante et riche d'enseignements.

En effet, au point de vue **technique**, on peut tirer de cette étude des analogies pour le stockage des déchets radioactifs industriels dans des sites géologiques profonds ; c'est ainsi qu'un programme de recherche communautaire a été instauré par la CEE en juin 1985 pour la gestion des déchets radioactifs. Et la richesse potentielle d'Oklo en enseignements sur les problèmes de stockage des déchets nucléaires en milieu naturel peut aider à trouver la meilleure solution.

Au point de vue **humain et philosophique** la découverte d'Oklo oblige l'homme à s'incliner humblement devant les performances naturelles mais en même temps quelle satisfaction d'arriver peu à peu à découvrir et à reproduire les mécanismes qui régissent le monde ! Il est remarquable de noter que, pour comprendre le fonctionnement des réacteurs naturels d'Oklo et pour analyser ce qui s'est passé alors dans ce gisement d'Uranium, il y a 2 milliards d'années, on a pu utiliser des outils de calcul conçus pour des réacteurs industriels !

On peut dire pour terminer que Oklo restera longtemps un laboratoire naturel et qu'il a montré, comme le Soleil le prouvait déjà, que l'énergie nucléaire est une énergie naturelle.

Et que la conquête par l'homme de l'énergie nucléaire est "la plus grande découverte qui ait été faite depuis que l'homme primitif a appris à se servir du feu" (Pauling).

Suzanne GELY.

Libre-propos

L'IMPOSTURE SCIENTIFIQUE

Roland FUSTIER

Comment débusquer l'imposture, parfois à l'origine de pseudo-découvertes ou de nouvelles théories géniales pouvant être initiatrices de gadgets miracles à des fins purement mercantiles ?

Comment est-elle possible ? Quels en sont les mécanismes ? On peut se prémunir contre les impostures si l'on s'intéresse aux raisons de leurs succès.

Il convient d'emblée de distinguer l'imposteur volontaire de l'imposteur sincère, la fausse science de la science fausse. La fausse science est simulacre, discours sans prise sur le réel. Elle ne trouve sa cohérence que dans le champ du langage. La science fausse pervertit la démarche scientifique, truque les données, tente de transformer l'échec de la théorie en un échec de la vérification.

COMPORTEMENT DE L'IMPOSTEUR EFFICACE

1°) Au plan de la forme

Il crée un univers imaginaire dans lequel sa clientèle potentielle peut reconnaître ses propres fantasmes. C'est un spécialiste de la communication, capable d'élaborer un message bien ciblé (aptitude indispensable également pour les chercheurs sérieux s'ils souhaitent être écoutés). Mais ici, curieusement les effets de sens doivent dépasser l'entendement, le discours fait pour être écouté ne doit surtout pas être compris. L'imposteur désagrège le sens des mots, saisit les métaphores pour en tirer des paraboles donnant l'impression d'embrasser l'univers d'un seul coup d'oeil. Il cherche à être pris au sérieux en faisant suffisamment compliqué pour emporter l'adhésion même s'il ne révèle rien sur le fond. Il produit la même enveloppe sonore que celui qui parle réellement de science, et cela de façon indiscernable pour le non initié. Le jargon pseudo-scientifique est sensé maintenir une distance avec l'auditoire. Il donne un contenu ésotérique pour limiter les possibilités de contrôle et sait que l'auditeur subjugué est disposé à supporter assez longtemps cette épreuve (c'est un test de son efficacité). S'il est sincère, sa foi l'autorise à réfuter une théorie scientifique solide, même garantie par une équipe de spécialistes incontestés.

2°) Quelques signes permettant de le démasquer.

Sa logique met sur le même plan l'hypothèse et le fait démontré, la spéculation et le

résultat acquis. Il confond but et cause, ne fait pas de distinction entre le détail anecdotique et le fait significatif. S'il est contesté, il refuse le dialogue, balaie d'un revers de main les mesquines barrières de la science académique en insistant sur ses limites. S'il est sincère, il préfère nier le réel plutôt que d'admettre une erreur. Au pire, il donne tort à ses contradicteurs ou il affirme inlassablement exprimer la vérité.

3°) Attention au semblant d'expérimentation

L'imposteur efficace se paie souvent d'audace et avance des synthèses entre les domaines les plus avancés de la science et les traditions mystiques. Même des personnes compétentes peuvent se laisser séduire par un discours magique habillé de statistiques (les hommes politiques ont compris le phénomène). En l'espèce, la proposition d'une base expérimentale échappant aux lois physiques n'est pas rare, de même qu'un luxe de précisions sans intérêt, alors qu'on néglige des paramètres importants. On met en avant des coïncidences numériques pour dégager des indices forcément subtils.

L'ordinateur est bien au service de la numérogie, de l'astrologie et encore de médecines parallèles douteuses... Les fraudes éventuelles ne sont pas aisément détectables, certaines demandent de très sérieuses compétences pour être dénoncées. Etudier les détails pour repérer les inexactitudes est fastidieux et souvent improductif. Il serait bon à tout le moins de s'attacher à la signification globale d'un texte ou d'une conférence suspecte.

4°) Quelques exemples

a) Evariste trouve une coïncidence numérique entre les masses des particules et les intervalles musicaux, prétend que celles-ci fusionnent lorsque leurs notes forment un accord harmonieux... Mais on ne sait toujours pas pourquoi les séries numériques se ressemblent.

b) Certains élargissent une théorie à d'autres échelles sans justification (ex. : passage de la particule subatomique au virus).

Les mécaniques quantique et relativiste montrent des interactions entre ondes et particules ou matière et énergie... Et on en déduit une dualité entre matière et esprit !

c) Charo établit une analogie entre l'univers et les nombres complexes

a	+	ib
réel		imaginaire
monde réel		monde imaginaire
matière		psychomatière

Le gourou un peu féru de science vous dira qu'il y a un lien entre l'observateur et le fait observé, que le résultat dépend donc de celui qui observe. Mais que l'interlocuteur ne voit pas la même chose que lui et il sera taxé d'incompétence ou de mauvaise foi.

ATTENTION : ne pas confondre les exemples ci-dessus avec le raisonnement par analogie qui peut être un excellent catalyseur de découvertes scientifiques (ex. : l'aspect corpusculaire de la lumière a permis d'attribuer un aspect ondulatoire au faisceau d'électrons et de construire le microscope électronique).

L'interdisciplinarité souhaitée à juste titre par un scientifique tel que Pierre Gilles de Gennes est introduite dans les nouveaux programmes de sciences expérimentales. Des analogies abusives ou douteuses pourront apparaître sur ce nouveau terrain.

COMMENT L'IMPOSTURE EST POSSIBLE ?

1°) La spécificité de la science engendre aussi son insuffisance

Les faits ne parlent jamais d'eux-mêmes ; il faut savoir les lire. Une notion scientifique aussi élémentaire soit-elle ne s'acquiert pas sans un processus d'abstraction, sans rupture avec la connaissance immédiate. La théorie scientifique est une carte qui permet de nous orienter. Lire la carte n'est pas lire l'ordre du monde, elle n'est pas le terrain réel mais une construction de notre esprit. Elle n'est exacte que si l'expérience nous montre qu'elle fournit une description pertinente. Personne ne conteste la valeur du génie génétique, de la relativité, de la physique quantique, mais ces superbes constructions n'ont pas grand-chose à voir avec les préoccupations de l'homme de la rue. La science ne s'occupe que du réel, à la rigueur du possible, mais elle ne répond pas aux questions fondamentales que se pose l'être humain (... Et avant le big-bang ?). Le public peut se lasser de trop de raison sans perspective. L'esprit critique n'est pas automatiquement proportionnel à la quantité de savoir accumulé. Le manque de connaissances générales des citoyens n'est pas la seule cause de l'espace laissé aux tricheurs par le public.

Et puis quel grand projet scientifique porteur d'espérance propose-t-on aux futurs chercheurs ou ingénieurs ? La conquête de l'espace n'offre plus un dépaysement suffisant, l'amélioration des performances d'un poste de télévision ou d'un ordinateur n'enthousiasme pas vraiment. Restent la

cherche en génétique, la lutte contre les maladies... Avec leur cortège de problèmes éthiques. Il est temps de se doter de projets, ambitieux, scientifiques, technologiques, touchant à l'humain dans ses dimensions sociales, philosophiques et politiques.

2°) Le poids politique et social.

Le contrôle de l'information est un processus qui dépend d'institutions sociales et culturelles et de la qualité morale des individus qui les animent. Un mensonge peut se perpétuer, s'il est utile, au maintien de l'ordre social. En période de tension, on préfère tricher que de voir ses adversaires triompher. Une science peut être mue ou freinée par des rivalités, des intérêts économiques, des enjeux géopolitiques ou idéologiques, par la quête individuelle de la notoriété, par des préjugés autant que par la recherche de la vérité.

3°) Les insuffisances et les déviations des médias

Le chercheur qui publie dans une revue spécialisée doit soumettre ses écrits à des comités de lecture qui évaluent la qualité de son travail selon des critères précis. Pour être publié dans un journal, il suffit d'avoir une bonne histoire à raconter. La crédibilité du message dépend moins des faits objectifs et vérifiés que de l'attente du public. S'il rencontre une attente précise, il sera pris pour argent comptant. A pleine puissance le système médiatique supprime les cadres de références par rapport auxquels peut se définir une compétence. L'objection scientifique peut être entendue comme une appréciation subjective (exemple du médecin face à Rika Zarai). Obtenir un taux d'audience, une adhésion est incompatible avec le doute et le scepticisme. Le public en général ne dispose pas de moyens critiques suffisants. Le journaliste pris par le temps privilégie la découverte sensationnelle, la performance frappante ; un événement chasse l'autre. Les médias ne se remettent pas assez en cause en faisant appel aux enregistrements antérieurs. Le pluralisme de l'information peut garantir contre l'imposture mais peut aussi la favoriser par la répétition. Le mirage de la grande découverte possède un attrait irrésistible auquel peut se laisser entraîner le scientifique lui-même. Le doute peut être auto-censuré laissant la place à une sombre culpabilité : "et s'il avait raison ?". Les imposteurs ont finalement plus à craindre d'un illusionniste de la classe de Majax qui peut les contraindre sur leur propre terrain, le spectaculaire.

4°) Le système scolaire est-il un antidote ?

En France la réussite scolaire est directement liée à l'aptitude aux disciplines scientifiques, surtout aux mathématiques, modèle

de langage. Cette image exalte la démarche théorique abstraite au détriment de la science expérimentale (les anglo-saxons font davantage confiance à l'empirisme). Stella BARUK pense même que la sélection par les mathématiques crée une symbolique des valeurs qui contribue à la réussite des impostures. L'erreur stigmatisée est la fin de tout, la crainte exagérée de celle-ci peut pousser à truquer des résultats (quel étudiant n'a pas modifié ceux-ci pour être sûr que la loi physique dont il est question soit bien "vérifiée" ?). Les enseignants sont installés dans un système comportementaliste binaire qui récompense la bonne réponse et punit la faute. Celle-ci peut même être occultée par une pseudo-indulgence ou mépris déguisé. Pourtant l'erreur est l'expression naturelle d'un esprit vivant ; la prendre au sérieux, bien la gérer en élucidant ses modes de fonctionnement constitue le meilleur antidote contre les ravages de l'échec. Le bon scientifique n'a pas toujours raison, il assume les risques d'erreurs lorsqu'il se trompe et corrige sa copie. L'échec gêne l'enseignant car il est ressenti comme le produit négatif de sa pédagogie. La science n'est jamais enseignée dans une perspective historique détaillée ; elle est expurgée des hésitations, des conflits, des batailles d'idées qui l'ont faite. Il ne faut pas croire que l'accumulation de connaissances forme obligatoirement l'esprit critique. On se soucie peu des incertitudes ou erreurs dues à la qualité des appareils de mesure mais aussi des manipulations conduites sans précaution. L'expérience des Olympiades de la physique* peut ouvrir d'autres pistes sur la façon d'utiliser ses connaissances et surtout d'aborder les problèmes. Le critère de la scientificité d'un résultat réside dans la possibilité de l'invalider et pour les théories de les réfuter ou de les tester. L'imposteur inconscient, plutôt que d'admettre qu'il s'est trompé, mettra toutes ses ressources rhétoriques au service de la négation du réel.

5°) L'objet, les limites et les déviations de la vulgarisation

La vulgarisation ne peut transmettre que très difficilement les connaissances scientifiques, elle raconte plutôt leur développement ou des moments de leur histoire. Elle ne fait qu'évoquer le savoir. De quel moyen dispose le lecteur pour faire la différence entre canular et question sérieuse ? Un texte trop facile à comprendre paraîtra suspect si la distance au savoir n'est pas clairement signalée. L'attitude du lecteur critique sera le doute. Bien que la situation soit inconfortable pour le pédagogue, il devra l'accepter chez les élèves et étudiants qui subissent cours, travaux pratiques et examens pour s'intégrer à la communauté scientifique. Le public scolaire un peu initié ne s'intéresse pas seule-

ment à l'utilité ou à la beauté des choses. La métaphore est utile comme procédé pédagogique ; c'est une façon de s'exprimer pour faciliter la familiarisation avec des objets inhabituels sans que tout soit pris à la lettre. Un langage abstrait minimum est le garde-fou qui évite la perte du fil conducteur, un squelette sur lequel peut se plaquer une autre métaphore. L'indispensable apprentissage scolaire permet de progresser dans l'abstraction et l'accumulation de savoir-faire et élimine progressivement les métaphores devenues alors inutiles.

Le scientifique doit vérifier l'écho de ce qu'il dit, c'est à dire le rendre vrai et susceptible d'être partagé, donc sociabilisé.

L'imposteur fait partager immédiatement, consciemment ou non, ses convictions qu'il ne tient pas du tout à vérifier.

BIBLIOGRAPHIE

Articles de presse publiés dans différents hebdomadaires

Michel de PRACONTAL : L'imposture scientifique en 10 leçons, livre de poche.

Michel de PRACONTAL : Les mystères de la mémoire de l'eau, La Découverte 1990 Extraits de Sciences et Technologie au quotidien.

Richard F. BRINCKERHOFF, De Boeck Université.

Le baragouinage est payant

"Le Docteur J. Scott Armstrong, éducateur spécialisé en psychologie de marketing, a fait tenir par un acteur une conférence qui se prétendait scientifique. Celle-ci était intitulée : "Théorie mathématique du jeu, appliqué à l'éducation physique". La lecture consistait entièrement en un double langage, recourant à des mots sans signification, à des fautes de logique, à des conclusions contradictoires, de l'humour mal placé, ainsi que des références sans aucun rapport avec les sujets présentés. Le prétendu scientifique du Dr Armstrong présenta cette conférence devant trois auditoires de travailleurs sociaux, de psychologues, psychiatres, éducateurs et administrateurs. Aucun d'entre eux ne remarqua la supercherie. Dans un sondage d'opinion anonyme, la plupart des répondants avaient décrit cette lecture comme claire et stimulante." (New York Times 6 janvier 1987).

(*) Rappelons que les Olympiades de physique ont pour objectif de faire participer des groupes d'élèves des classes terminales des lycées à un processus de recherche scientifique mené en liaison avec les laboratoires universitaires ou industriels. Les Olympiades de physique sont organisées par la

LES FORÊTS DÉPÉRISSENT-ELLES ? POURQUOI ?

R. LEYGONIE

(Suite)

M. Leygonie, Président du Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique (C.I.T.E.P.A) nous fait parvenir cette mise au point qui fait suite à son article publié dans le précédent numéro de notre revue : nous l'en remercions vivement.

C'EST EN FRANCE QUE LES FORETS SE PORTENT LE MIEUX.

C'est ce qui ressort du tableau ci-joint. C'est le résultat des travaux du Groupe de Travail "Effet de la pollution de l'air sur les forêts" animé par l'Allemagne dans le cadre de l'organe exécutif de la Convention sur les transports à distance des polluants (Convention de Genève).

Les pays participants se sont mis d'accord sur la méthodologie d'examen de l'état des arbres, ce qui est loin d'être facile. On tient compte surtout de la défoliation, mais certains pays tiennent compte aussi de la décoloration des feuilles et des aiguilles.

L'échelle suivante a été adoptée :

	INTENSITE DE LA PERTE DE FEUILLAGE	QUALIFICATION DU DOMMAGE
CLASSE 0	0 à 10 %	nul
CLASSE 1	10 à 25 %	faible
CLASSE 2	25 à 60 %	modéré
CLASSE 3	60 % et plus	sévère
CLASSE 4	100 %	arbre mort

L'expérience de ces dernières années montre que des pertes jusqu'à 20 ou 25 % ne sont pas nécessairement synonymes d'une perte de vitalité de l'arbre. Les arbres règlent leur feuillage selon les conditions météorologiques, et aussi selon les attaques de froids tardifs, des insectes. Le rapport complet donne les chiffres selon les espèces d'arbres, les familles conifères et arbres à feuilles caduques, selon l'âge. D'une manière générale, l'âge est un facteur important de défoliation. L'examen année par année fait ressortir des variations notables d'une année sur l'autre en fonction des sécheresses, des vents, des froids et, bien entendu, de la pollution. De même, la moyenne pour un pays n'a qu'une signification limitée. Souvent les dégâts sont importants dans les zones montagneuses, et modérés en

plaine. Dans les pays de l'Est, particulièrement dans les montagnes de Bohême, de l'ex Allemagne de l'Est et du Sud de la Pologne, les dégâts sont énormes et se traduisent par la mort des arbres sur de vastes surfaces. La cause est évidemment la sévère pollution de l'air que connaissent ces pays.

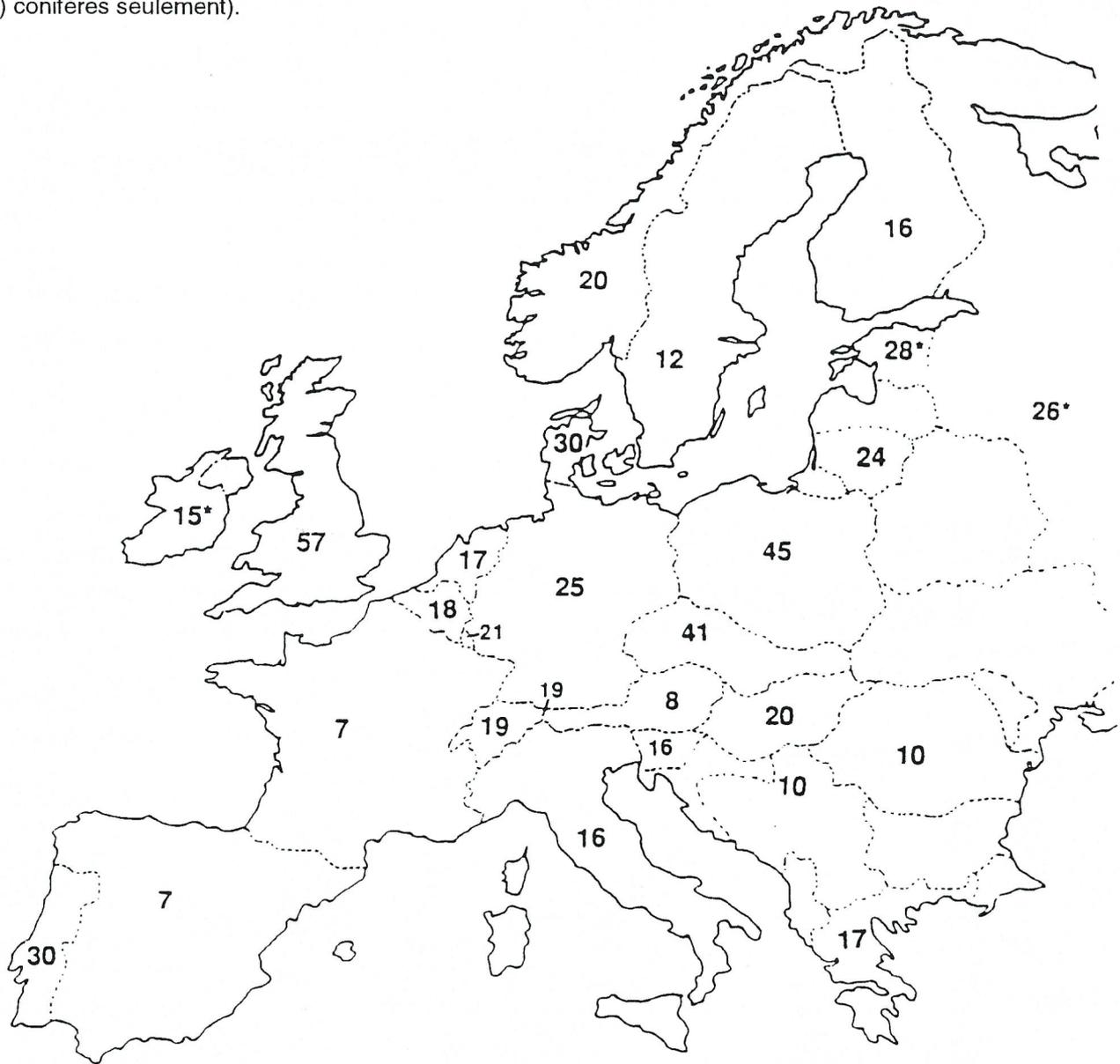
On peut être étonné de voir la Grande-Bretagne figurer en tête des pays les plus affectés. Et cependant, au temps de la négociation du protocole SO₂, ce pays semblait le plus réticent pour aller de l'avant. La zone de Londres, et plus encore les Midlands, sont des zones de fortes émissions polluantes.

Intensité de la perte de feuillage en 1991, en pourcentage des arbres affecté : Pour toutes les espèces.
(*) conifères seulement.

	de modéré à sévère	de faible à sévère
Royaume Uni	56.7	94.0
Pologne	45.0	90.8
Tchécoslovaquie	41.3	75.9
Danemark	29.9	58.5
Portugal	29.6	52.5
Estonie*	28.0	65.0
Russie*	26.0	67.2
Allemagne	25.2	64.2
Lithuanie	23.9	75.4
Luxembourg	20.8	44.2
Norvège	19.7	50.6
Hongrie	19.6	51.7
Liechtenstein	19.0	68.0
Suisse	19.0	68.0
Belgique	17.9	56.6
Pays-Bas	17.2	47.5
Grèce	16.9	48.2
Italie	16.4	41.6
Finlande	16.0	35.5
Slovénie	15.9	37.1
Irlande*	15.0	46.2
Suède	12.0	45.3
Yougoslavie	9.8	25.2
Roumanie	9.7	38.4
Autriche	7.5	45.4
Espagne	7.3	35.7
France	7.1	23.6

Intensité de la perte de feuillage en 1991. Pourcentage des arbres affectés des classes 2 à 4 (plus de 25 %). Pour toutes espèces .

(*) conifères seulement).



Au Centre Jean-Perrin de Clermont-Ferrand

AUTOMATISATION ET INFORMATISATION DU LABORATOIRE DE BIOCHIMIE MÉDICALE : "ASSURANCE DE QUALITÉ"

Pierre Jean BARGNOUX, Anne LEGER-ENREILLE

Laboratoire de Biochimie et Pharmacocinétique, Centre Jean Perrin, Rue Montalembert, 63011 Clermont-Fd Cedex.

Les nouveaux enjeux de la biologie du 21ème siècle imposent une maîtrise complète de la qualité. Celle-ci est possible en raison de la diffusion et des performances de plus en plus grandes d'analyseurs multiparamétriques et de systèmes informatiques "dits intelligents" d'aide à la validation aussi bien analytique que biologique. Ces deux éléments, lorsqu'ils sont en parfaite harmonie, gèrent l'organisation du travail de laboratoire et concourent à approcher le concept d'assurance de qualité totale.

Dans notre propos l'analyseur Hitachi 911^(R), récemment commercialisé et son terminal de validation MIDEF^(R) sont retenus à titre d'exemple.

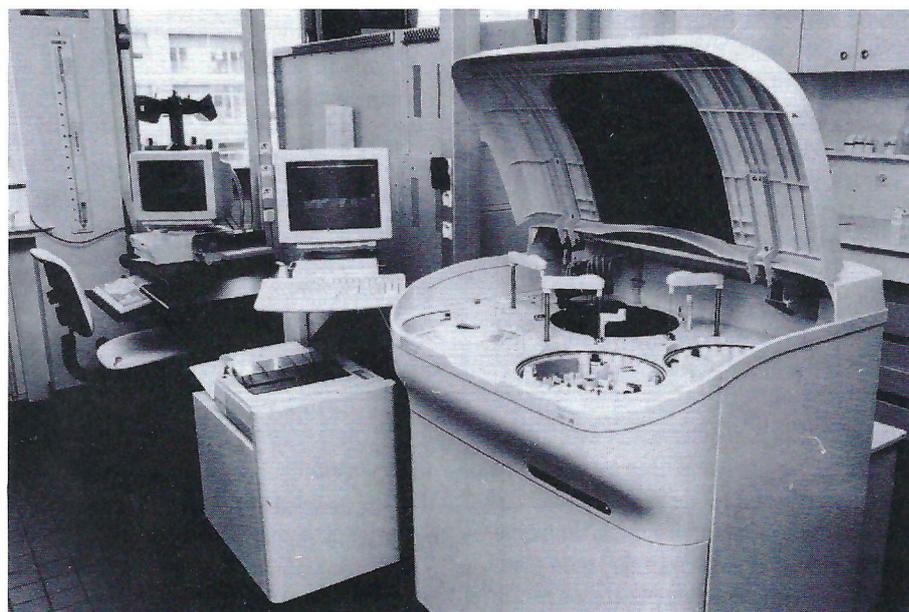
I. - L'ANALYSEUR MULTIPARAMÉTRIQUE

(1) Un vrai multiparamétrique de transfert entièrement sélectif

Il doit faire face à la diversification des analyses les plus courantes, 32 analyses en ligne (calcium, phosphore, urée, créatinine, acide urique, glucose, protéines, albumine, cholestérol, triglycérides, phospholipides, fer, magnésium, transaminases, phosphatases alcalines, gamma gt, LDH, CK, CK-MB, lipase, amylase, 5' nucléotidases...), effectuées par des méthodes photométriques en bichromatisme dans un rotor réactionnel de 120 cuves de dosage recyclables et thermostatées à 37°C auxquelles s'ajoute éventuellement un kit électrolytique pour le dosage des ions sodium, potassium et chlorure.

Il doit aussi être ouvert à des principes analytiques innovants tels que :

→ **Les techniques immunoenzymatiques en phase homogène** pour le dosage par exemple des médicaments (digoxine, phénobarbital, théophylline, antibiotiques...) ou d'hormones (cortisol...). Cette méthode immunochimique utilise des fragments inactifs de β galactosidase obtenus



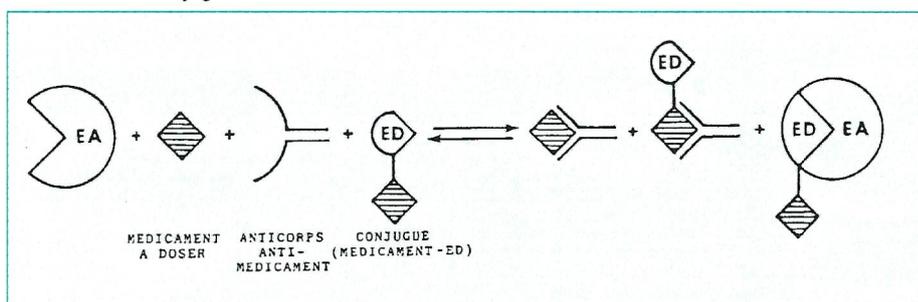
par recombinaison génétique: fragments **ED** (enzyme donneur) et **EA** (enzyme accepteur). Ces deux fragments, inactifs séparément, se recombinent spontanément pour former un tétramère actif dont l'activité est quantifiable par la vitesse d'hydrolyse d'un substrat (β D-galactopyranoside) lié à un colorant. Cette recombinaison n'est pas affectée quand un haptène est lié de façon covalente au fragment ED, par contre elle est inhibée en présence d'un anticorps dirigé contre celui-ci. Il y a donc compétition entre l'analyte libre du sérum et le conjugué.

→ Le dosage des ions Na, K, et Cl plasmatiques par voie enzymatique après activation sélective d'une enzyme par l'ion à doser et ce dans des conditions opératoires strictement définies. La concentration en ions est ainsi proportionnelle à la vitesse de transformation du substrat.

Exemple : activation de la pyruvate kinase (PK) par l'ion potassium,

Acide phospho-éol pyruvique + PK → acide pyruvique

Acide pyruvique + lactate déshydrogénase + NADH + H⁺ → acide lactique + NAD⁺



Le suivi de la réaction s'effectue à 340nm par mesure de la diminution d'absorption du NADH qui est fonction de l'activation de la pyruvate kinase par les ions potassium.

2. - Un système de gestion des réactifs et de programmation des calibrations et du contrôle de qualité.

Les réactifs sont dans 2 carrousels réfrigérés possédant chacun 32 positions de stockage et sont prélevés à l'aide de pipettes avant d'être déposés dans les cuves réactionnelles. Après chaque addition de réactifs une homogénéisation du milieu réactionnel est faite à l'aide d'un agitateur rotatif.

Dans un souci d'optimisation, de simplification et de standardisation des tâches, l'utilisation de réactifs prêts à l'emploi, stables dans des conditions bien prédéfinies, pré conditionnés (20, 50 ou 100ml) et identifiés individuellement par un étiquetage code-barre permet de réduire les sources d'erreurs. Ainsi on réalise une gestion des réactifs par numéro de lot, date de péremption après reconstitution éventuelle, nombre de tests restants. Des alarmes sont générées en fonctions de ces différents critères. De plus plusieurs flacons d'un même réactif peuvent être stockés de façon aléatoire dans les compartiments réfrigérés de l'analyseur, évitant des arrêts pour réapprovisionner en cours de séries analytiques.

La gestion de ces éléments permet dans un deuxième temps de programmer les fréquences de calibration et contrôle pour chaque paramètre et ce en fonction de la durée de validation de la calibration ou du changement de lot de réactif en cours de série. Un suivi des calibrations et des contrôles de qualité est effectué en temps réel avec une antériorité de 30 jours, des alarmes indiquent toute modification de la qualité des réactifs, de la linéarité, de l'exactitude et de la précision du dosage en fonction de critères programmables par l'utilisateur. Cette gestion entièrement automatique est rendue possible par la présence d'un rotor réfrigéré contenant les étalons et contrôles en position pré définie.

3. - Un analyseur pour les séries et les urgences.

Cet analyseur permet de traiter 360 tests/heure plus ceux réalisés par électrodes spécifiques soit environ 600 tests/heure. Il travaille par bilan en optimisant les temps d'incubation, les chimies les

plus longues étant prélevées en premier, les plus courtes s'effectuant durant les incubations précédentes. Il permet au cours d'une même série de traiter des milieux biologiques différents (plasma, urines, L.C.R...) car il peut modifier sa prise d'essai et même procéder à une prédilution de l'échantillon. Pour éviter toute contamination inter milieux ou réactifs, des rinçages supplémentaires peuvent être programmés de façon sélective.

Les échantillons sont positionnés sur un plateau et identifiés par un lecteur code-barre. Les volumes de prise d'essai varient de 3 à 50µl, le volume réactionnel final est compris entre 350 et 400µl.

Ces dosages une fois effectués par l'automate sont édités avec les alarmes analytiques éventuelles : défaut de pipetage échantillon ou réactifs, anomalies optiques, densité optique trop élevée, épuisement de substrat pour une activité enzymatique....

L'obtention d'un bilan en urgence demande entre 6 et 10mn suivant le nombre de paramètres voulus, que l'analyseur soit arrêté ou que l'on intègre une telle requête dans une série.

Cette rapidité d'exécution, associée à la possibilité de traiter des micro prélèvements concourt également à la qualité du service qu'un laboratoire se doit de fournir.

4. - Maintenance

Celle-ci est relativement allégée car la plupart des opérations d'initialisation journalière ou de maintenance hebdomadaire (décontamination, lavage de cuvettes réactionnelles, vérification des absorbances aux différentes longueurs d'ondes) sont prises en charge directement par l'analyseur et sont déclenchées soit automatiquement, soit par l'utilisateur.

Toutes ces innovations techniques, prises en charge par l'analyseur après programmation par l'utilisateur, telles que la gestion des réactifs, les calibrations et contrôles automatiques, la maintenance, l'identification des échantillons biologiques, la prédilution du prélèvement, permettent non seulement l'adaptation de nombreuses méthodologies mais participent à l'amélioration du concept de qualité totale au niveau du laboratoire.

II. - LE TERMINAL DE VALIDATION BIOLOGIQUE.

Dans un laboratoire de biologie clinique

les opérations de validations biologiques sont absolument fondamentales. En effet la plupart des automates modernes sont capables, comme nous venons de le voir, de transformer des résultats bruts en résultats définitifs validés du point de vue analytique. Par contre, ils ne peuvent effectuer la validation biologique qui est l'opération légale par laquelle le médecin ou le pharmacien biologiste responsable, garantit la qualité des résultats issus de son laboratoire, en vue de les intégrer aux autres éléments diagnostiques, pronostiques, de surveillance ou de dépistage.

Cette opération, jusqu'alors manuelle ou semi-automatique, se déroulait à la paillasse ou dans le bureau du biologiste et consistait à déterminer le degré de cohérence des éléments d'un dossier à l'intérieur d'un bilan ponctuel et avec l'antériorité des résultats du patient si celle-ci était facilement accessible. L'automatisation des analyses, l'accroissement de la demande, l'exécution et la disponibilité des analyses en temps réel, l'utilisation de réseaux de communication performants liés à l'exigence de rapidité d'obtention de l'information par le prescripteur ont conduit à l'utilisation de système expert (Validation Assistée par Ordinateur) qui concilient à la fois rapidité et qualité.

(1) Le matériel

Il se compose d'un micro-ordinateur (type 386) équipé d'un disque dur. On connecte à celui-ci une imprimante code-barre et une carte série qui assure la connexion à la fois avec l'analyseur de biochimie et le système central de gestion du laboratoire.

Le logiciel installé permet le pilotage en temps réel de l'automate et il est en relation bidirectionnelle permanente avec le système central pour pouvoir recevoir les demandes d'analyses et renvoyer à celui-ci les analyses biologiques validées.

Il assure les tâches suivantes :

Entrée des dossiers et des analyses directement ou par l'intermédiaire du système central. Edition d'étiquettes code-barre en fonction du milieu et de la nature du prélèvement.

Consultation et modification des entrées

Emission automatique des prescriptions vers l'analyseur. Réception des résultats en provenance de l'analyseur.

Validation analytique et biologique au-

matique ou non Transmission automatique ou non vers le système central;

Réanalyse éventuelle avec correction de la prise d'essai si nécessaire; Ajout d'analyse pour vérifier la cohérence biologique. Consultation des dossiers

(2) Les critères de validation biologique utilisés.

Ils vont déterminer pour chaque patient la cohérence globale des résultats et ce en fonction d'une interprétation multivariée. Un résultat pathologique pourra être accepté en fonction de son contexte, alors qu'une petite anomalie non corrélable pourra être détectée. Il faut souligner que le problème à résoudre n'est pas d'ordre diagnostique mais qu'il s'agit de déterminer si les anomalies observées dans un bilan appartiennent bien à un patient pathologique ou sont dues à des erreurs dans la réalisation des analyses (analytiques, échantillons, identification...).

Les principaux critères utilisés sont les suivants :

⇒ cohérence avec des résultats anté-

rieurs, pour chaque paramètre, on définit des limites acceptables de variation en pourcentage et en valeurs absolues. Ce test de cohérence tient compte du temps séparant deux prélèvements,

⇒ les liens inter analyses,

⇒ les valeurs normales en fonction de l'âge et du sexe,

⇒ le service demandeur,

⇒ l'urgence.

Dans ce logiciel le biologiste peut modifier tous les paramètres et critères de validations que sont les limites d'acceptabilité, les valeurs normales, les unités, les dates et les tests de cohérence.

L'utilisation et l'intégration d'un tel système de validation entre un ou plusieurs automates et le système de gestion du laboratoire ont permis la validation automatique d'une grande partie de la routine, donc un gain de temps appréciable et surtout une mise à disposition pratiquement en temps réel des bilans biologiques sur écran à l'intérieur de l'établissement ou par télétraitement à l'extérieur. (20 mn sont nécessaires

pour réaliser, valider, éditer et transmettre un bilan de 20 paramètres)

Ce système aide à la décision pour la validation manuelle des dossiers résiduels refusés par le système en mettant en exergue l'information pertinente.

CONCLUSION

L'évolution des plateaux techniques modernes se traduit par des contraintes opérationnelles de plus en plus importantes. Les volumes analytiques, les exigences de rapidité, la multiplicité des transmissions ne cessent d'augmenter; Aussi l'organisation du laboratoire passe impérativement par :

— le traitement automatisé de tous les dossiers "normaux" afin de conserver et d'améliorer la fiabilité et la qualité aussi bien technique que biologique tout en allégeant la tâche de l'opérateur.

— un accès instantané à l'information pour permettre à chacun, biologiste ou clinicien, de prendre la décision qui s'impose.

C'est dans cet esprit que nous avons conçu l'implantation d'un tel système.



APPAREILS DE MESURES ÉLECTRONIQUES

P.B. MESURES

RÉPARATIONS - MAINTENANCE ÉTALONNAGE

Toutes marques

- ▶ CONTROLEURS - MULTIMETRES
- ▶ OSCILLOSCOPES
- ▶ ENREGISTREURS
- ▶ GÉNÉRATEURS BF
- ▶ ALIMENTATIONS
- ▶ APPAREILS DE LABORATOIRES

Distributeur **A.O.I.P. Mesures**

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

P.S.M. COMPOSANTS

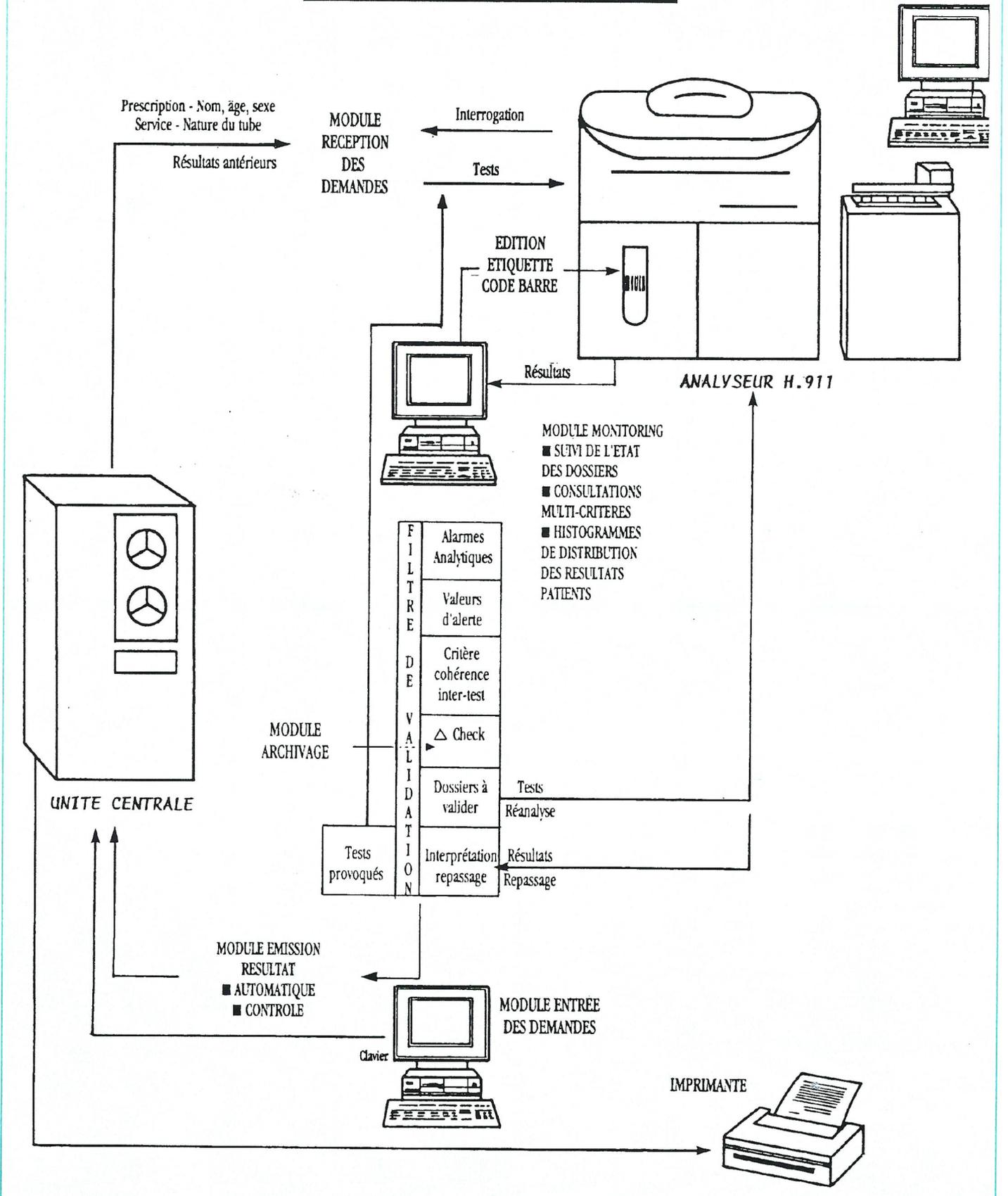
- ▶ Composants électroniques
- ▶ Appareils de mesure professionnels
- ▶ Matériel et outillage
- ▶ Librairie technique

22, rue St Adjutor
63000 CLERMONT-FERRAND

Tél : 73 31 13 76

Fax : 73 31 09 34

Terminal intelligent



LE PONT DE L'AUTOROUTE A 75 SUR LA TRUYERE *

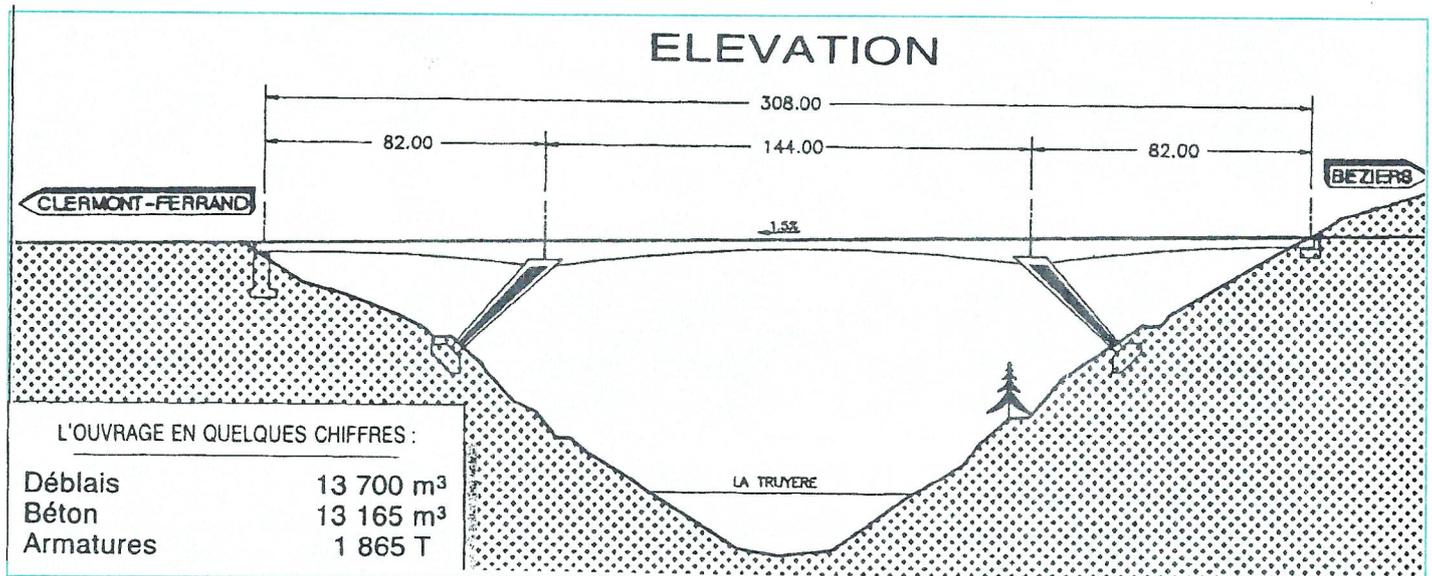


Un siècle après la mise en service du célèbre viaduc construit selon la technique de Eiffel, l'autoroute A 75 qui reliera Clermont-Ferrand à Béziers franchit la Truyère près de Garabit au sud de St-Flour.

Le nouveau pont se trouve à 1100 mètres en amont de Garabit. La proximité de ce site a constitué un élément essentiel dans la conception du nouvel ouvrage.

Pour franchir la vallée de la Truyère, large de 300 mètres et profonde de 100 mètres, la solution du pont à béquilles en béton précontraint a été finalement préférée à celle d'un pont métallique.

Garabit constituera désormais un site privilégié pour comparer deux réalisations importantes mettant en évidence les savoir faire de deux époques.



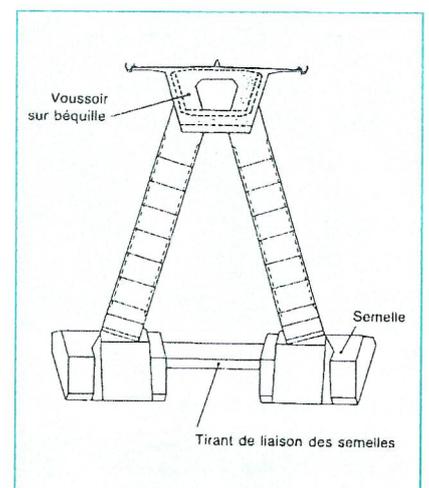
L'ouvrage est un pont à béquilles en béton précontraint de 308 m de longueur avec une travée centrale de 144 m et deux travées de rive de 82 m. la distance entre articulations des pieds de béquilles est de 195,50 m.

Chaque béquille comprend deux pieds de 36 m de longueur inclinés à 45° par rapport au profil du tablier et s'écartant de l'axe de l'ouvrage selon un angle de 16° environ.

La construction de l'ouvrage a nécessité la réalisation sur chaque rive d'un appui provisoire ou palée soutenant selon les phases d'exécution :

- le cintre pour la réalisation des béquilles,
- les étalements et coffrages pendant le bétonnage des voussoirs sur béquilles,
- chaque demi-fléau du tablier jusqu'au clavage final.

Après le clavage, on a procédé à la démolition des palées provisoires et le site est réhabilité.



* Documentation aimablement communiquée par la Direction Départementale de l'Équipement du Cantal.

A CLERMONT-FERRAND, le 21 JUIN 1993

ASSISES DE LA RECHERCHE en AUVERGNE

C'est à l'initiative du Conseil Régional d'Auvergne que se déroulera le 21 juin 1993, à la Maison des Congrès de Clermont-Fd, les Assises de la Recherche en Auvergne.

Cette manifestation a pour objectif de réunir les acteurs du monde scientifique et technique de notre région afin de mettre en valeur les points forts et les pôles de compétence.

Déroulement de la journée :

9 h. 30 : Ouverture par M. LIEBERMANN, Vice-Président du Conseil Régional.

9h. 40 : Introduction par M. LE BUANEC, Président du C.A.R.T.,

* l'activité du C.A.R.T.

* les acquis de la recherche en Auvergne,

* le déroulement de la journée :

10 h. : Ateliers.

12 h. 30 : Apéritif et déjeuner.

14 h. 30 : Séance plénière - rapport des ateliers.

16 h. 45 : Table Ronde.

18 h. 15 : Conclusions par le Président V. GISCARD D'ESTAING.

18 h. 30 : Cocktail.

Ateliers (Rapporteurs et Présidents)

NUTRITION HUMAINE :

— M. M. ARNAL, Département NASA INRA - Personnalité nationale à proposer.

SEMENCES ET PLANTS :

— M. J.-S. FROSSARD, Animateur programmes Semences et Plants ;

— M. Dominique VIAL, Directeur Général - Groupe LIMAGRAIN.

VIANDE - LAIT :

— M. Ch. VALIN, Directeur A.D.I.V ;

— M. R. BLANC Conseiller Régional.

MATÉRIAUX POLYMÈRES :

— M. J. LEMAIRE, Directeur C.N.E.P. ;

— M. J. PRORIOL Vice-Président du Conseil Régional.

MACHINES PERFORMANTES ET INTELLIGENTES :

— M. M. RICHTIN, Directeur Laboratoire Electronique.

— M. MARTINIE S.A. Luminox-Riom.

ESPACES SENSIBLES :

— M. J.-P. DIRY, Département Géographie ;

— M. G. VISSAC Vice-Président du Conseil Régional.

CHIMIE-MEDICAMENT - SANTE :

— M. J.-P. GRAMAIN, département chimie ;

— M. Henri CHIBRET, P.D.G. Sté Transphyto, Président du GIMRA (Groupement des Industries du Médicament de la Région Auvergne).

EAU :

— M. Ch. AMBLARD, Directeur de Recherche C.N.R.S. ;

— M. GERMAIN-THOMAS, Directeur Général Société Volvic.

PHYSIQUE CORPUSCULAIRE :

— M. J.-C. MONTRET, Directeur Laboratoire Physique corpusculaire ;

— M. Jacques BOURON Directeur Régional E.D.F.

Une table ronde, animée par J.-C. BOURRET, aura lieu à 16 h. 30, en présence de :

— M. le Président GISCARD D'ESTAING,

— M. FASELLA, Directeur Général de la DG XII,

— M. LAZAR, Directeur Général de l'I.N.S.E.R.M.,

— M. DOLY, Président de l'Université d'Auvergne,

— M. MONTEIL, Président de l'Université BLAISE PASCAL,

— M. MALTERRE, Président de l'I.N.R.A. de Clermont-Ferrand - Theix,

— M. LE BUANEC, Président du C.A.R.T.,

— et, à confirmer :

— M. Pierre-Gilles DE GENNES, Prix Nobel de Physique,

— 1 industriel.

EXPOSITIONS

Jusqu'au 18 juillet 1993, Musée Lecoq à Clermont-Ferrand

IL ETAIT UNE FOIS L'OISEAU

"L'oeuf et la plume",

Exposition réalisée par le Musée en Herbe - Jardin d'Acclimatation - Bd des Sablons - Bois de Boulogne - 75116 Paris et destinée au jeune public scolaire (Primaire).

A quoi servent les plumes ? Que mange l'Harfang des neiges ? Quel est l'oiseau qui fabrique le plus gros nid du monde ? Quel est l'oiseau qui broute ?

Vous répondrez à ces questions et vous découvrirez la place et le rôle de l'oiseau dans l'environnement naturel, culturel et la conscience mythique de l'homme en lisant les 22 passeports-oiseaux :

le kiwi, l'oiseau sans aile,

l'autruche, le paon et l'ara d'Amérique tropicale dont les plumes ont servi à parer les Hommes,

le faucon, animal divin dans l'ancienne Egypte, l'oie et sa plume utilisée par l'Homme pour écrire ...

Des objets, photos, jeux-manipulation et jeux-enquête complètent les passeports.

* "Migrations en Auvergne", exposition réalisée par la Ligue pour la Protection des Oiseaux-Auvergne, 2 bis, rue du Clos-Perret - 63100 Clermont-Ferrand.

Généralités sur les migrations des oiseaux : Pourquoi les migrations ? Les oiseaux réagissent face au climat froid, soit en s'adaptant, ce sont les sédentaires, soit en fuyant, ce sont les migrateurs. Comment se déplacent les oiseaux ? Comment s'orientent-ils et gèrent-ils leur énergie ? Quels sont les méthodes d'étude des migrations ?

Migrations des oiseaux en Auvergne : Observations faites sur le plateau de la Serre (important lieu de passage dans le département du Puy-de-Dôme), comportement migrateur de certaines espèces: buse, bondrée apivore, pigeon ramier, milan royal ...