

AUVERGNE

N°80 - DÉCEMBRE 2012

Sciences



L'ultracentrifugation

Les planètes

Les produits de la ruche et la santé humaine

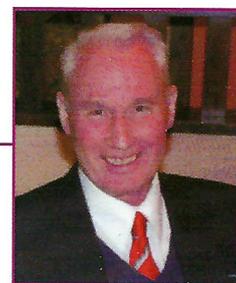
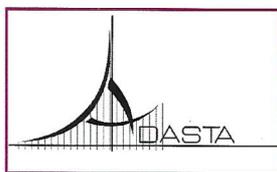
La trichromie, la synthèse des couleurs

Les nanotechnologies dans l'artisanat ancien



Revue de l'ADASTA

Association pour le Développement
de l'Animation Scientifique et Technique en Auvergne



Bonjour à tous.

Nous avons le plaisir de vous faire parvenir le numéro 80 de notre revue, le troisième numéro de l'année 2012.

Nos activités liées aux animations scientifiques et techniques font partie de notre mission et pour cette année l'ADASTA a réalisé un nombre considérable d'animations: Forums des Associations à Chamalières et Clermont-Ferrand, Fête de la Science à Aurillac, Expo-Sciences...

Nous prévoyons également 90 animations sur 2012/2013 dans 3 établissements de Chamalières (primaire et élémentaire) à raison de 3 animations par semaine, toutes différentes, sur des thèmes aussi variés que : l'astronomie, les fonctionnalités du four à micro-ondes, la carte, la boussole et le GPS, les couleurs et la chimie de la "cuisine" avec les acides et les bases. Chaque animation est un succès auprès des jeunes et les responsables nous ont déjà félicités.

Les 23, 24 et 25 novembre, les animations aux Martres de Veyre ont accueilli plus de 300 visiteurs dans le planétarium. D'autres animations sont prévues à Chaudes-Aigues et au lycée professionnel de Monanges à Clermont-Ferrand.

Le problème qui se pose est le nombre d'animateurs, insuffisant au regard du nombre d'animations qui nous sont demandées. Plusieurs de nos animateurs ont des problèmes de santé et ne peuvent plus assurer leur "mission". Je lance un appel aux bonnes volontés afin que de nouveaux animateurs se présentent. Leur formation sera assurée. Elle dure 1 à 2 heures.

Si nos animations ont progressé de façon considérable, ce n'est pas au détriment de nos 2 autres domaines d'activités que sont les conférences et les visites. L'ADASTA, grâce à votre soutien, continue sa progression dans sa mission "diffuser et promouvoir la culture scientifique et technique".

Notre ami et camarade Henri DESBREST, ingénieur ECP et membre du Conseil d'administration de l'ADASTA, vient de nous quitter. Nous nous souviendrons de sa présence joviale et amicale, de ses interventions toujours pertinentes, de son sens de l'humour et aussi de sa grande exigence pour faire avancer les questions et proposer des solutions.

A sa famille l'ADASTA présente ses bien sincères condoléances et gardera le souvenir de ce membre éminent.

*Le Président
Henri Bouffard*

MERCI À NOS SPONSORS



SOMMAIRE

Editorial.....	p2 de couverture
L'ultracentrifugation	1
Les planètes.....	4
Les produits de la ruche et la santé humaine.....	7
La trichromie, la synthèse des couleurs	17
Les nanotechnologies dans l'artisanat ancien	20
Les activités de l'adasta	23
La trilogie de la vapeur.....	24
Histoires de plantes et autres.....	page 4 de couverture

Photo de couverture :

*Plat hispano-mauresque à décor de lustre métallique, Valence, Espagne, fin XV^e- début XVI^e siècle.
© Musées de Vienne (Isère).*

© toute reproduction partielle ou totale interdite.

Les articles publiés sont de la responsabilité exclusive de leurs auteurs.

Comité de rédaction de la Revue Auvergne-Sciences

Rédacteur en chef : Philippe Choisel

Membres : Georges Anton, Gérard Baillet, Vincent Barra, Henri Bouffard, Jean-Claude Capelani, Jean Chandezon, Roland Fustier, Michel Gendraud, Paul-Louis Hennequin, André Schneider



L'ULTRACENTRIFUGATION

MICHEL GENDRAUD

Agrégé de Physiologie-Biochimie

Professeur honoraire de Physiologie végétale de l'Université Blaise Pascal

Membre de l'ADASTA

INTRODUCTION

L'ultracentrifugation est née de la sédimentation en milieu liquide, cette migration, sous l'influence de la force de gravité, de fines particules en suspension dans un milieu de densité inférieure à la leur. La sédimentation est d'autant plus lente que les particules sont petites et, lorsque leur taille diminue au point d'atteindre celle de macromolécules, la diffusion tend à annuler l'effet de la sédimentation. La coexistence des deux phénomènes aboutit à un équilibre, l'équilibre de sédimentation.

Pour appliquer la sédimentation à l'analyse, la force de gravité doit être multipliée d'un facteur 10^5 au minimum en soumettant la suspension à l'ultracentrifugation, dans un rotor en rotation rapide, supérieure à 20 000 tours par minute (tr/min). Le rotor est la pièce maîtresse de l'ultracentrifugeuse, il est entraîné dans sa rotation par une turbine, à huile, à air comprimé ou par un moteur électrique. L'accélération, en g , à laquelle est soumise la suspension est donnée par la formule suivante (voir démonstration dans l'encadré), $x(g) = 1,119 \cdot 10^{-5} \cdot r \cdot N^2$, avec r , rayon de rotation du rotor au niveau de la suspension, en centimètres, et N , vitesse de rotation du rotor en tr/min. Ainsi, pour qu'une suspension placée à 10 cm du centre d'un rotor soit soumise à une accélération de 100000g, le rotor doit tourner à 29894,2 tr/min.

AUX ORIGINES

La première ultracentrifugeuse fut mise au point à Uppsala vers 1920 par Theodor Svedberg, chimiste suédois, pour sédimenter des colloïdes biologiques, polysaccharides et protéines, afin de les caractériser. Lorsqu'il obtint le prix Nobel de Chimie en 1926, le rotor de son ultracentrifugeuse atteignait 40000 tours par minute.

L'ultracentrifugeuse de Svedberg occupait tout un bâtiment (figure 1). Dans la pièce principale était le rotor, à axe horizontal, enfermé dans un blindage en acier, pour éviter tout accident en cas d'explosion, et entraîné par des turbines à huile sous pression. Le compresseur fonctionnait au sous-sol. Pour limiter l'échauffement du rotor, une pompe à vide raréfiait l'atmosphère de l'enceinte qui était par ailleurs refroidie. Une balance équilibrait le rotor avant chaque « run ». Le faisceau d'une lampe à vapeur de mercure dont le trajet passait, à chaque tour, par la fenêtre de la cellule porte-échantillon du rotor en position haute, traversait toute la pièce. Le dispositif optique Schlieren détectait le front de sédimentation de chacune des particules de l'échantillon et cette position était photographiée par une caméra disposée dans la salle de contrôle. De la succession des clichés était déduite la vitesse de sédimentation des composants de l'échantillon (figure 2). Le pupitre de contrôle réunissait manomètres et thermomètres.

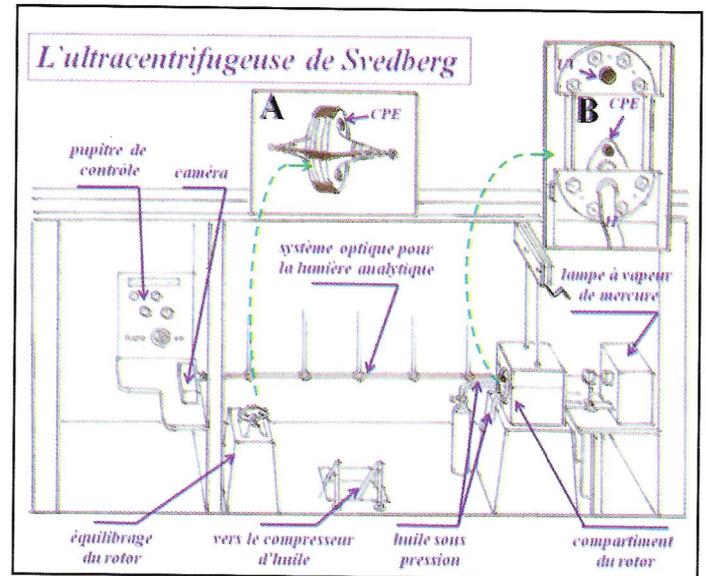


Fig. 1.- L'ultracentrifugeuse de Svedberg occupait une pièce traversée par le rayon lumineux (en rouge) issu d'une lampe à vapeur de mercure qui, passant par la cellule porte-échantillon du rotor, atteignait une caméra dans la salle de contrôle. En A, rotor isolé, CPE, cellule porte-échantillon ; en B, compartiment du rotor ouvert, CPE, cellule porte-échantillon, H, arrivée d'huile sous pression, UV, zone transparente à la lumière de la lampe à vapeur de mercure (compartiment fermé, cet orifice est face à la CPE à chaque tour du rotor).

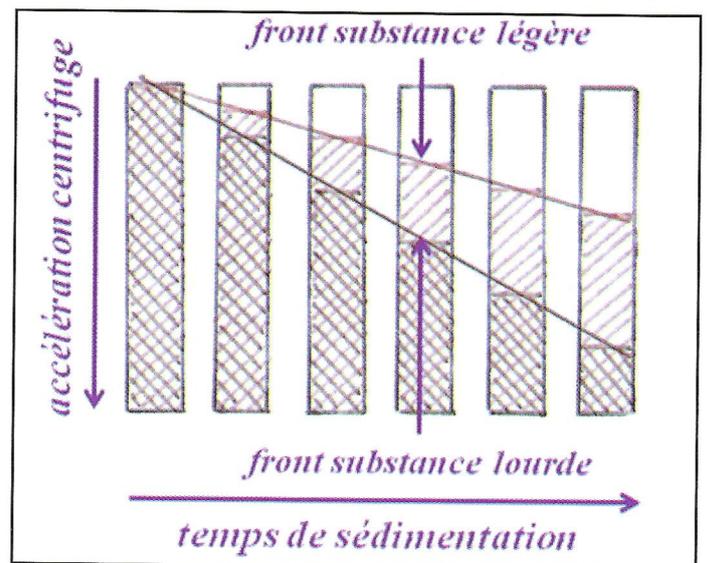


Fig. 2.- Chaque rectangle représente l'état des particules en suspension dans la cellule pour des temps croissants d'ultracentrifugation. Le dispositif optique Schlieren détecte le front de chaque substance et permet la détermination de sa vitesse de sédimentation.

COEFFICIENT DE SEDIMENTATION

L'ultracentrifugeuse de Svedberg mesurait la vitesse de sédimentation d'une particule dans le champ centrifuge, elle était analytique. La technique s'est modernisée, et aujourd'hui, les ultracentrifugeuses analytiques électriques, onéreuses, sont le fait de laboratoires spécialisés. Elles seules permettent d'accéder au coefficient sédimentation d'une particule, soit sa vitesse (en m/s) divisée par l'accélération (en m/s^2) à laquelle elle est soumise.

Le coefficient de sédimentation a les dimensions d'un temps, de l'ordre de 10^{-13} s. Par définition, un coefficient de sédimentation de 1×10^{-13} s est égal à une unité Svedberg, plus simplement un Svedberg, abrégé S. Ainsi un coefficient de sédimentation de 5×10^{-13} s est noté 5S.

A titre d'exemple, les ribosomes, ces machines biologiques à synthétiser les protéines ont, chez les bactéries un coefficient de 70S et sont formés de 2 sous-unités, l'une 30S et l'autre 50S. Car, dans le milieu hydrodynamique du Svedberg, l'addition de 30 à 50 ne donne que 70 !

ULTRACENTRIFUGATION PREPARATIVE

L'ultracentrifugation analytique ne permet pas de recueillir à des fins d'autres expériences les particules qu'elle fractionne. Cet objectif est obtenu par l'ultracentrifugation préparative, mise au point suite aux travaux de Svedberg.

Dépourvues de dispositif optique incorporé, les ultracentrifugeuses préparatives, ont des rotors à axe vertical qui tournent en enceinte blindée, sous vide et sous réfrigération, à 65000 tr/mn et plus. Ces rotors, en acier, en aluminium ou en titane et entraînés par un moteur électrique nécessitant un courant de 32A au démarrage, sont de deux types, angulaire ou à godets pivotants (figure 3).

Les premiers reçoivent des tubes inclinés à angle constant par rapport à l'axe de rotation et servent à recueillir les particules qui en atteignent le fond et forment un culot, utilisable à d'autres fins (figure 4). Les godets pivotants des seconds se placent à l'horizontale pendant la rotation et renferment des tubes emplis d'un milieu de densité croissante à partir de leur sommet, solution de saccharose ou de chlorure de césium, auquel est ajoutée la suspension étudiée. Par la force centrifuge les particules partant vers le fond rencontrent des densités de plus en plus élevées jusqu'à ne plus sédimenter et rester étagées dans le gradient lorsque le milieu a leur propre densité. En fin de «run», elles peuvent être collectées par ordre de densité décroissante via un orifice que l'on crée alors dans le fond du tube.

UN EXEMPLE HISTORIQUE : L'EXPERIENCE DE MESELSON ET STAHL (1958)

C'est grâce à l'ultracentrifugation en gradient de chlorure de césium (CsCl) que fut comprise la réplication de l'ADN.

L'ADN est le texte où est inscrite l'hérédité de chaque être vivant.

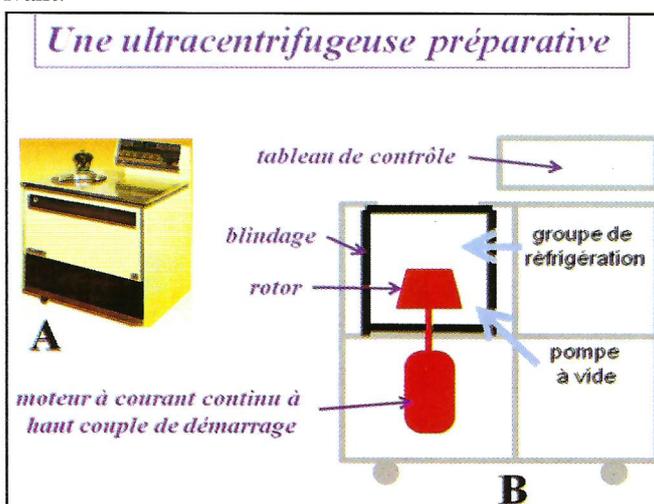


Fig. 3.- En A, une ultracentrifugeuse préparative et son pupitre de contrôle avec, près de l'ouverture de l'enceinte blindée, un rotor à godets pivotants. En B, coupe schématique de la même ultracentrifugeuse.

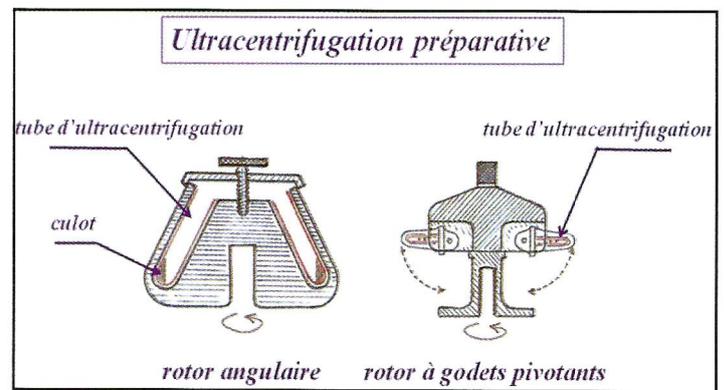


Fig. 4.- Position des tubes d'ultracentrifugation dans un rotor angulaire et dans un rotor à godets pivotants. Dans ce dernier cas, le tube est à l'horizontale pendant toute la rotation.

Ce texte s'auto-édite par réplication puisque, lorsqu'une cellule mère se divise en deux cellules filles, chacune de ces dernières possède un ADN identique à celui de la première.

L'ADN est une double hélice dont chaque brin porte le message héréditaire, l'un en positif, l'autre en négatif. Les lettres en sont des bases azotées. La question posée était de savoir si, lors de la réplication, l'une des cellules filles recevait les deux brins anciens, l'autre deux brins nouveaux ou bien si chacune d'entre elle recevait un brin ancien et un brin nouveau (figure 5).

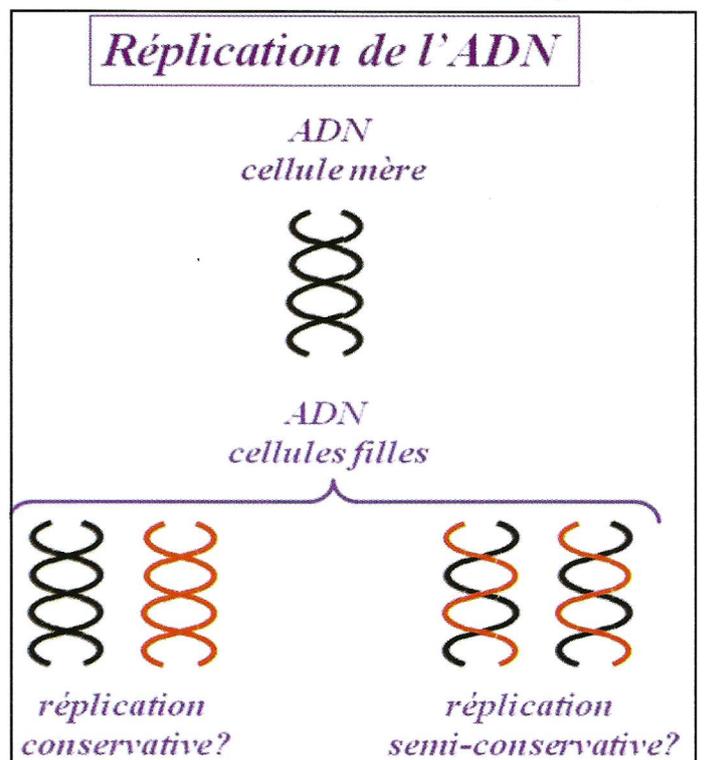


Fig. 5.- Les 2 possibilités a priori de réplication de l'ADN lorsqu'une cellule mère se divise en 2 cellules filles. Si la réplication est conservative, une des cellules filles reçoit les 2 brins parentaux, l'autre 2 brins néo-synthétisés; si la réplication est semi-conservative, les 2 cellules filles ont un brin parental et un brin néo-synthétisé. En rouge, les brins néo-synthétisés.

Meselson et Stahl obtinrent la réponse en «pesant» l'ADN de la bactérie *Escherichia coli*, avec une ultracentrifugeuse qui fut leur aréomètre. Pour cette «pesée», après avoir purifié l'ADN à étudier, il suffit de le mélanger à une solution concentrée de CsCl (6M, soit 1kg/l) et de soumettre le tout à 20 heures d'ultracentrifugation à 45000 tr/min, dans un rotor à godets pivotants.

Pendant l'opération, le chlorure de césium établit spontanément un gradient linéaire de densité entre le sommet du tube (1,60) et le fond (1,80) tandis que l'ADN se positionne dans ce gradient à la densité qui est la sienne, 1,65 pour l'ADN d'*Escherichia coli* ; pour la suite, Meselson et Stahl déclarèrent cet ADN léger (figure 6).

Ils cultivèrent alors cette bactérie sur un milieu dont la seule source d'azote était l'isotope lourd ^{15}N afin que l'ADN synthétisé possède les bases azotées lourdes et qu'il soit lui-même lourd. Après quelques heures de contact, ils pesèrent l'ADN lourd d'une moitié de la culture, sa densité était de 1,70 (figure 6).

La moitié restante fut mise au contact d'azote léger naturel, pour que les nouveaux brins soient légers. Une génération passa, soit 30 min, et ils en pesèrent alors l'ADN : 1,675. Il était semi-lourd ! La question, bien posée, obtenait une réponse claire : la dernière génération possédait un ADN ayant un brin lourd, parental, et un brin léger, donc nouveau, obtenu

par la copie, en négatif ou positif, du précédent. La réplication de l'ADN est semi-conservative, et il s'avéra par la suite que cette règle ne souffre aucune exception.

POUR CONCLURE

«Comme le télescope est l'instrument de l'astronome, l'ultracentrifugeuse est celui du biochimiste», dit-on parfois. Il est certain que sans l'ultracentrifugation la biochimie n'aurait pas acquis la connaissance des macromolécules biologiques qui est la sienne et que sa fille, la biologie moléculaire, ne se serait pas développée. Aujourd'hui au laboratoire, une tendance s'affirme, celle des micro-ultracentrifugeuses de paillasse qui tournent à 150000 tr/min avec une accélération centrifuge qui dépasse 10^6g : volumes de suspension et temps de rotation requis sont largement diminués. L'industrie pharmaceutique utilise l'ultracentrifugation pour préparer certains vaccins, et chacun sait que, hors biologie, cette technique permet de séparer les isotopes de l'uranium.

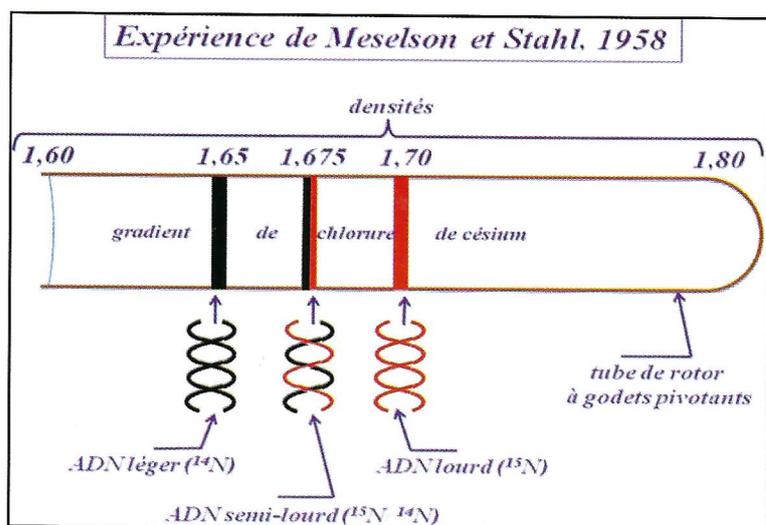


Fig. 6.- Schéma résumant l'expérience Meselson et Stahl qui permet de trancher face aux 2 possibilités de réplication présentées à la figure 5. Cultivée en conditions ordinaires (^{14}N), la bactérie *Escherichia coli* possède un ADN dit léger ; cultivée sur azote lourd ^{15}N , son ADN devient lourd. Le retour sur ^{14}N donne une première génération bactérienne dont l'ADN est semi-lourd.

Accélération centrifuge et nombre de g

L'expression littérale de l'accélération centrifuge a est le produit de R , distance entre l'axe de rotation et le centre de gravité du mobile exprimée en mètres (m) par le carré de la vitesse de angulaire ω qui s'exprime dans le **Système International de Mesures** en radians par seconde ($\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$), une révolution complète étant égale à 2π radians, soit

$$a = \omega^2 R.$$

Pour qui pratique l'ultracentrifugation, le nombre x de g auquel est soumise une particule située à une distance r en centimètres (cm) de l'axe de rotation du rotor dans lequel elle se trouve et qui tourne à N tours par minute (tr/min) est donné par la formule

$$x(g) = 1,119 \cdot 10^{-5} \cdot r \cdot N^2$$

Cette formule comporte une constante $k = 1,119 \cdot 10^{-5}$, résultat de la conversion des données au **Système International de Mesures**, le tout ramené à g ($9,80 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$).

$$r \text{ (cm) devient } r \cdot 10^{-2} \text{ (m),}$$

$$N \text{ (tr/min), devient } N/60 \text{ (tr}\cdot\text{s}^{-1}\text{), et } N \cdot 2\pi / 60 \text{ (rad}\cdot\text{s}^{-1}\text{),}$$

$$N^2 \text{ devient } N^2 \cdot (2\pi)^2 / 60^2 \text{ (s}^{-2}\text{)}$$

Le tout ramené à g conduit à une valeur de $k = (2\pi)^2 \cdot 10^{-2} / 60^2 \cdot g$, soit en prenant les valeurs numériques,

$$k = 6,2832 \cdot 6,2832 \cdot 10^{-2} / 3600 \cdot 9,80 = 1,119 \cdot 10^{-5},$$

avec, pour les dimensions des $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ au numérateur et des $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ au dénominateur,

k est un nombre sans dimension comme le nombre x de g recherché.



LA CHRONIQUE DE FRANCIS : LES PLANETES

FRANCIS ASPORD
ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE CENTRALE DE PARIS,
MEMBRE DE L'ADASTA, RETRAITÉ SNCF,
INGÉNIEUR CONSEIL

La conjonction Vénus-Jupiter du 13 mars 2012 et le transit de Vénus du 6 juin sont à l'origine de cet article.

L'astronomie est une science de phénomènes peu chaotiques. On croyait même, avant Henri Poincaré, qu'ils ne l'étaient pas du tout. En fait, en étudiant sur ordinateur l'évolution du système solaire sur 875 millions d'années, on finit par voir une planète¹ qui s'en fait éjecter. Ceci a été très bien montré par le film diffusé par André Brahic, lors de sa conférence à Vulcania. Les planètes se perturbent gentiment pendant des millions d'années et puis, un jour qui n'est pas fait comme les autres, toutes les planètes se liguent contre l'une d'entre elles et celle-ci se fait éjecter du système solaire ! La force en $1/r^2$ permet de déterminer les conditions de cette évacuation. J'y vois l'effet des événements de très faibles probabilités que l'on rencontre si souvent en astronomie et qui finissent quand même par se produire si on y met le temps. D'où viennent ces très faibles probabilités ? De plusieurs phénomènes astronomiques non synchrones, déjà rares par eux-mêmes, qui finissent par se mettre en conjonction. Pour illustrer ce propos prenons le cas d'une très longue éclipse totale de Soleil telle qu'elle se produira en Guyane française le 16 juillet 2186 pendant 7 mn et 29 s. Il faut (figure n°1) :

- que la Lune et le Soleil soient alignés, vus de la Terre : cela se produit deux fois par an.
- que le Soleil nous paraisse petit, donc à son aphélie (du grec loin du Soleil) le 3 juillet de chaque année.
- que la Lune nous paraisse grosse, donc à son périhélie (du grec près de la Terre), phénomène non synchrone avec l'aphélie.

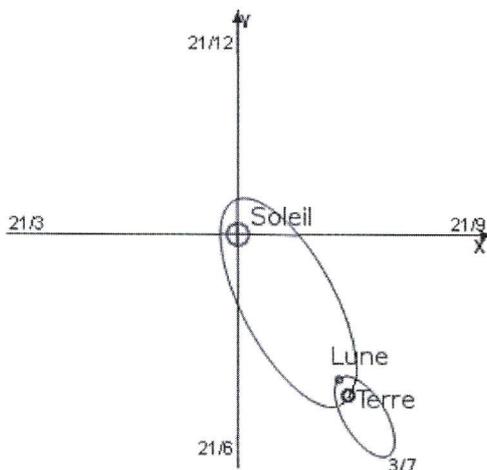


Fig 1 - Eclipse longue

Eh bien les éclipses totales de Soleil un 3 juillet alors que la Lune est au périhélie sont plus que rares ! N'attendez pas que

ça se produise, en plus, au-dessus de Clermont-Ferrand... et que le ciel soit sans nuages !

Bref il est assez facile de prédire la position des planètes, sur une période de quelques siècles, avec une simple calculette programmable. La météorologie est une science de phénomènes bien plus chaotiques n'est-ce pas ?

Si vous voulez «soulever le capot», je vous conseille vivement d'aller voir, sur internet, le site de l'astronome Suédois, Paul Schlyter, «How to compute planetary position». Une petite merveille de clarté avec un exemple numérique pour contrôler vos propres calculs.

Maintenant filmons une roue de vélo ! Si la caméra est fixée au cadre alors on voit un point tourner en rond. Mais si la caméra est fixée le long de la route alors on voit une cycloïde⁽²⁾ (figure n°2), courbe bien moins connue et bien plus compliquée à comprendre ! Moralité ? La trajectoire d'un objet dépend, non seulement de l'objet, mais aussi du point de vue de l'observateur. C'est l'idée majeure de Copernic : il y a des points de vue qui rendent plus simple la compréhension des mouvements. C'est le cas pour les planètes si on suppose le Soleil fixe au centre... et non la Terre ! En plus, celle-ci tourne dans un plan, appelé écliptique. Ça tombe bien, l'esprit humain ne sait raisonner simplement qu'en plan !

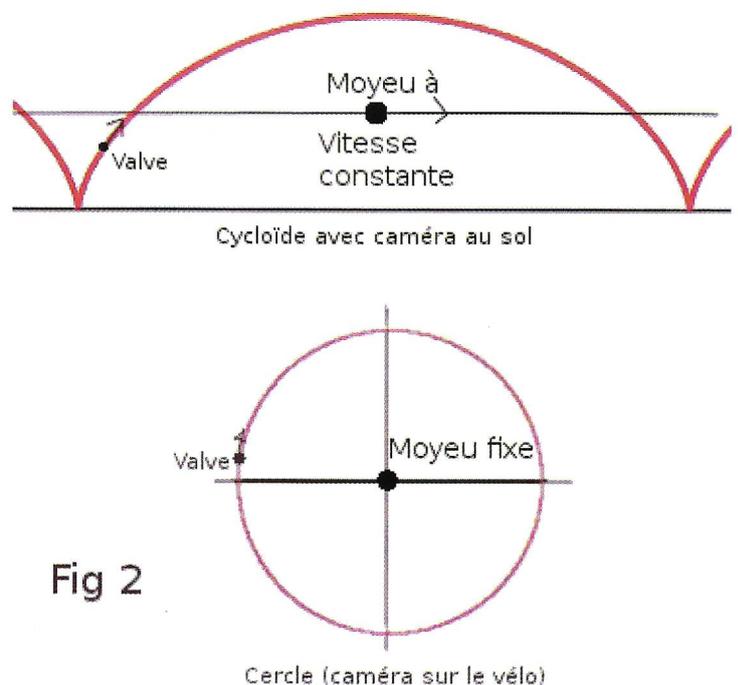


Fig 2

Nous allons donc définir le repère de Copernic (figure n°3):

- origine, le centre du Soleil
- axe des x, la direction du Soleil, vu depuis la Terre, au printemps, appelée, pour cette raison, point vernal(3) ou point « gamma ». Quel est le rapport avec cette lettre de l'alphabet grec ? Aucun ! Elle sert aux astrologues à désigner la constellation du Bélier qui se situait dans cette direction dans l'antiquité. Ce n'est plus le cas actuellement.
- axe des y, perpendiculaire à l'axe x dans le plan de l'écliptique
- axe des z, perpendiculaire à l'écliptique. La Terre n'y met jamais «les pieds», mais les autres planètes si !

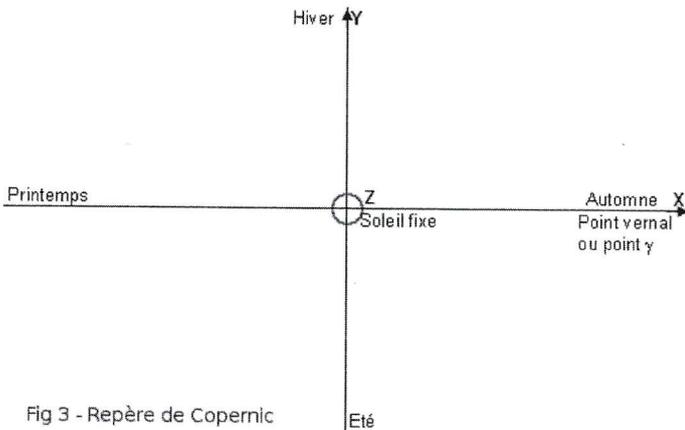


Fig 3 - Repère de Copernic

Je ne parlerai ici que des trois planètes les plus visibles à l'œil nu:

- Vénus, « planète intérieure », c'est-à-dire sur une orbite intérieure à celle de la Terre
- Mars et Jupiter, « planètes extérieures ».

Les phénomènes astronomiques paraissent assez différents suivant que les planètes sont «intérieures» ou «extérieures» à l'orbite terrestre.

Newton a introduit une force centrale en $1/r^2$. Le calcul montre que c'est le seul moyen d'avoir une orbite elliptique à un seul périhélie et aphélie par tour, orbite découverte par Kepler peu avant. De plus cette force est la seule qui permette de s'évader du Soleil à condition d'avoir une vitesse suffisante, ce qui sera utilisé, au XX^e siècle, pour que des sondes interplanétaires quittent la Terre (figure n°4).

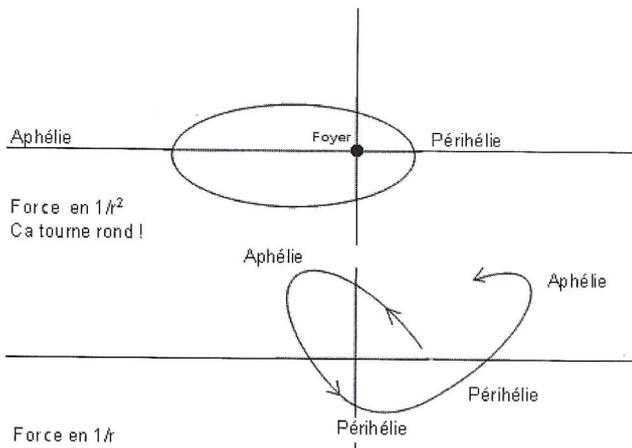


Fig 4

L'idée majeure de Newton consiste à penser que la Lune ne tombe pas sur la Terre, malgré l'attraction gravitationnelle parce qu'une autre force l'équilibre. Laquelle ? La force centrifuge bien sûr ! De là découle, par le calcul, la confirmation de la loi de Kepler : pour une orbite circulaire $T^2 = R^3$, le carré de la période de révolution autour du Soleil, comptée en années, est égal au cube du rayon de l'orbite compté en UA⁽⁴⁾. Pour la Terre, évidemment : $T = 1$ an et $R = 1$ UA. Cette loi est fondamentale car la mesure du temps de révolution des planètes va permettre d'en calculer la distance au Soleil et donc d'établir un plan du système solaire. Attention la loi de Kepler n'est valable que pour une force en $1/r^2$!

Le résultat ? :

- Vénus tourne en 0,61 an à 0,72 UA, donc plus proche du Soleil que la Terre
- Mars tourne en 1,87 an à 1,52 UA, donc plus éloignée du Soleil que la Terre
- Jupiter tourne en 11,86 an à 5,2 UA, donc bien plus éloignée du Soleil que la Terre !

Pour résoudre tous les problèmes astronomiques concernant les planètes, maintenant que nous savons calculer où elles se situent dans le temps et l'espace (grâce à Paul Schlyter), il ne nous manque qu'un bref rappel de géométrie analytique: le produit scalaire de deux vecteurs.

Si vous connaissez les composantes sur les trois axes des vecteurs $V_1(x_1, y_1, z_1)$ et $V_2(x_2, y_2, z_2)$ alors le produit scalaire vaut, tout simplement

$$x_1 * x_2 + y_1 * y_2 + z_1 * z_2 = (\text{Longueur } V_1) * (\text{Longueur } V_2) * \cos(\text{angle } V_1 - V_2).$$

Connaissant la valeur du cosinus une calculette fournit, sans difficulté, la valeur de l'angle. Dans notre cas $V_1 = \text{Terre-Vénus}$ et $V_2 = \text{Terre-Jupiter}$. Mais comment connaître la longueur d'un vecteur ? Encore le produit scalaire !

$V_1 * V_1 = (\text{Longueur } V_1) * (\text{Longueur } V_1) * 1$ puisque le cosinus d'un angle nul vaut exactement 1. D'où la longueur cherchée : longueur $V_1 = \sqrt{x_1^2 + y_1^2 + z_1^2}$

Maintenant il ne nous reste plus qu'à «faire chauffer la calculette» ! En lui demandant d'itérer le calcul de cet angle pour chaque jour, puis chaque heure, etc...et noter à quel moment il passe par un minimum. Verdict ? La conjonction Vénus-Jupiter se produit le 13 mars et vaut 3,22°. Est-ce beaucoup ou non ? Si vous regardez votre pouce, bras tendu, vous voyez un angle de 3°. Donc ce jour-là vous pouviez voir Jupiter en bas à gauche du pouce et Vénus en haut à droite, Vénus étant plus grosse et plus brillante. On pourrait faire beaucoup plus serré comme conjonction, jusqu'à 0°, mais, évidemment, c'est rare !

Intéressons-nous maintenant aux différences fondamentales entre les planètes extérieures et intérieures, vues depuis la Terre.

Pour les planètes extérieures, c'est très simple (figure n°5):

Pour les planètes extérieures, c'est très simple (figure n°5):

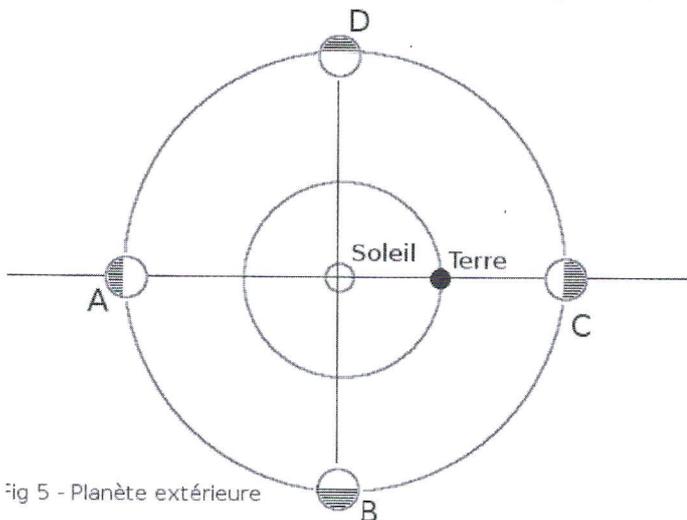


Fig 5 - Planète extérieure

- en A la planète est invisible car cachée par le Soleil.
- en B elle se couche après le Soleil donc est visible le soir.
- en C elle est opposée au Soleil, donc visible en pleine nuit.

Comme elle est au plus près de la Terre elle est à son éclat maximum.

- en D elle se lève avant le Soleil, donc est visible le matin. Et le cycle recommence.

Pour les planètes intérieures c'est plus compliqué :

- en A idem
- en B elle est en quadrature du soir avec le Soleil. L'angle Soleil-Terre-Planète est à son élongation maximale. Pour Vénus c'est environ 45° . Comme la Terre tourne de $15^\circ/h$, à cette époque Vénus se couche 3 heures après le Soleil et elle ne fera pas mieux. Il est donc impossible de voir Vénus en pleine nuit ! A cette époque elle nous montre un quartier éclairé, côté Soleil et un quartier noir à l'opposé. Comme la Lune, Vénus présente des phases. C'est une différence importante avec les planètes extérieures.

- en C elle est au plus près de la Terre mais ne nous montre que sa face sombre. Donc ce n'est sûrement pas là son

éclat maximum ! En fait cet éclat maximum se trouve à mi-chemin entre B et C.

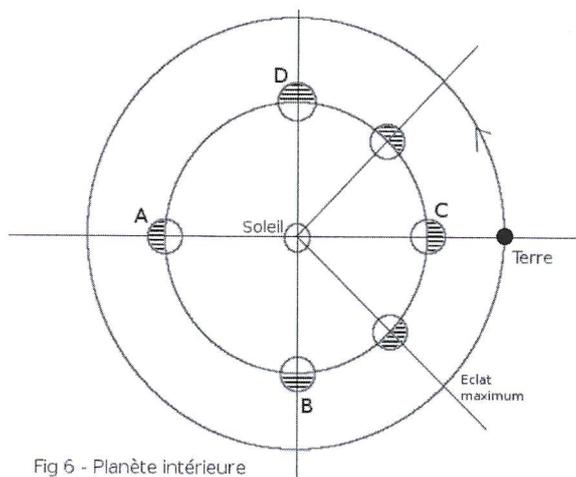


Fig 6 - Planète intérieure

- en D quadrature du matin. Et le cycle recommence.

Pour finir, voyons comment reconnaître Vénus, Mars et Jupiter :

L'observation à l'oeil nu va vous donner des indices, mais seul un calcul vous donnera une certitude !

- un astre rouge ? Ça pourrait bien être Mars...ou une étoile rouge.

- un astre blanc, en pleine nuit ? Ça pourrait être Jupiter... ou une étoile blanche.

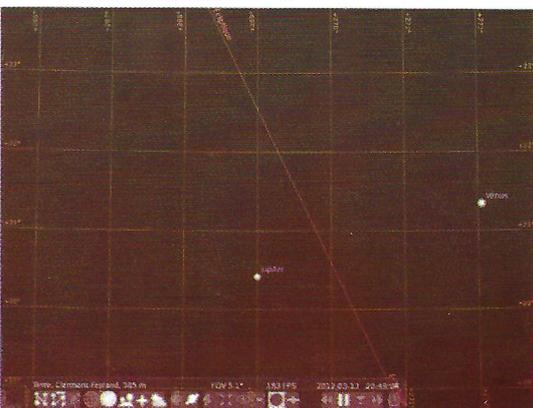
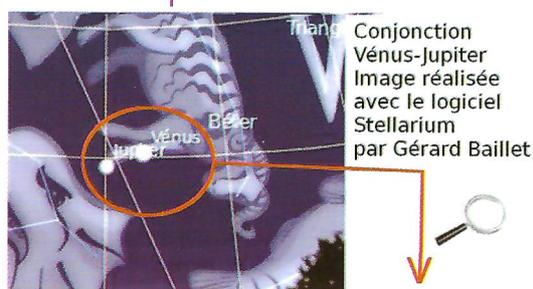
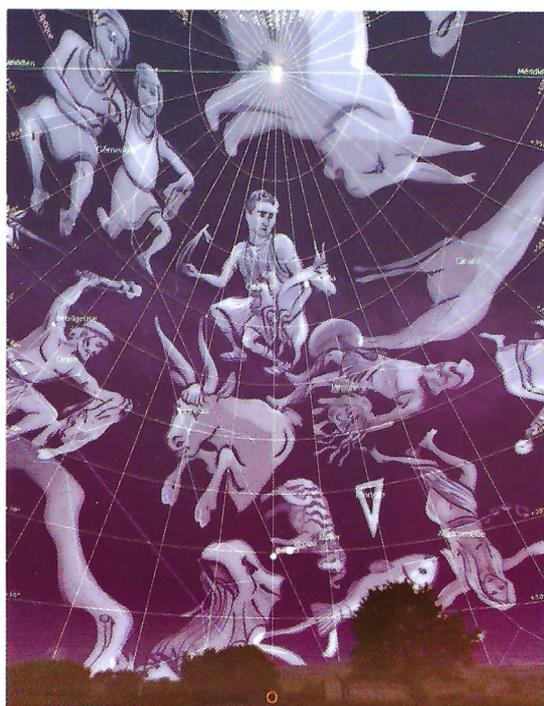
- un astre blanc, très lumineux, à moins de 3 heures du Soleil ? C'est souvent Vénus...mais parfois Jupiter.

Alors que faire ?

- prendre des jumelles. Vénus n'a pas de satellite. Galilée en a découvert 4 bien visibles pour Jupiter.

- demander à un astronome qui, par le calcul, saura dire, à coup sûr, de quelle planète il s'agit, ou consulter un site web de calcul des éphémérides comme celui de l'IMCCE⁽⁵⁾.

Munis de ces informations, bonne observation du ciel nocturne !



⁽¹⁾ : du grec « astre errant » parce qu'elles ne sont pas fixes sur le fond du ciel.

⁽²⁾ : du grec « en forme de cercle »

⁽³⁾ : du latin « printemps »

⁽⁴⁾ : Unité Astronomique de longueur, distance moyenne Terre-Soleil, soit 150 millions de kilomètres environ, soit 8 minutes lumière. Cela peut vous paraître beaucoup, mais n'oublions pas que Jupiter est bien plus loin de la Terre que le Soleil !

⁽⁵⁾ : Institut de Mécanique Céleste et de Calcul des Ephémérides. Ancien « Bureau des Longitudes » que vous trouverez toujours sur le web au sigle BDL.



LES PRODUITS DE LA RUCHE ET LA SANTÉ HUMAINE

PAR FRANÇOISE SAUVAGER

microbiologiste retraitée de l'Université de Rennes.

Article co-rédigé avec Noël BOEMARE microbiologiste et apiculteur à Montpellier

PRÉAMBULE

La conférence de Françoise Sauvager est présentée habituellement à l'aide d'un diaporama. Comme c'est un support peu adapté à l'intégration dans une revue, nous utilisons la rédaction réalisée à partir de cette présentation par Noël Boemare dans le cadre de son activité au Syndicat des Apiculteurs de l'Hérault. Nous les remercions tous les deux, ainsi que le Syndicat, de nous avoir autorisés à publier cet article.

INTRODUCTION

Les abeilles sont apparues au cours de l'évolution il y a environ 80-100 millions d'années; *Apis mellifera mellifera*, l'abeille dite «domestique», est rapidement devenue prépondérante dans nos régions parmi les *Apidae*. Une peinture rupestre près de Valence en Espagne dans la grotte de l'araignée à Bicorp (la Cueva de la Araña), montre que la récolte du miel se pratiquait déjà il y a 9000 ans environ (au mésolithique). Les Egyptiens faisaient déjà état sur des papyrus des propriétés médicinales du miel. Ils utilisaient la propolis pour embaumer leurs momies. Les médecines, chinoise, indienne, africaine, latino-américaine (notamment les Mayas) reconnaissent également des vertus thérapeutiques aux produits de la ruche ! Ce n'est qu'avec l'avènement des synthèses de molécules thérapeutiques en pharmacie, par exemple les premiers antibiotiques et en particulier les sulfamides, que ces connaissances ont été un temps négligées devant les succès de l'antibiothérapie. Mais aujourd'hui pour ne citer que ce dernier cas, du fait de l'apparition de multi-résistances, on se met à reconsidérer que d'autres sources antimicrobiennes de la médecine naturelle peuvent suppléer la défaillance actuelle des antibiotiques. Ainsi contre le staphylocoque doré (*Staphylococcus aureus*), une bactérie nosocomiale¹ multi-résistante, plus aucun antibiotique n'est efficace alors que la propolis est active.

Quels sont les différents produits de la ruche qu'il faut envisager dans une perspective thérapeutique ? Tous : le miel, le pollen, la gelée royale, la propolis, le venin et la cire ! selon le «terrain» et la pathologie. Examinons chacun de ces produits.

LE MIEL

Apis mellifera mellifera produit du miel à partir de deux sources : le nectar qui vient des fleurs et le miellat qui est un jus sucré sucé sur les arbres par les pucerons et dont l'excédent est récolté par les abeilles. Le miel de miellat est très riche en sels minéraux.

Le nectar produit par les nectaires de la fleur est pompé par la trompe de la butineuse jusque dans son jabot, puis régurgité, à son arrivée à la ruche, à des magasinères qui vont le transférer les unes aux autres (trophallaxie²), puis le déposer au fond des cellules des rayons de la ruche.

¹ Nosocomial = Micro-organisme infectieux contracté en milieu hospitalier. *Staphylococcus aureus* est un microorganisme bien connu responsable notamment des furoncles et anthrax.



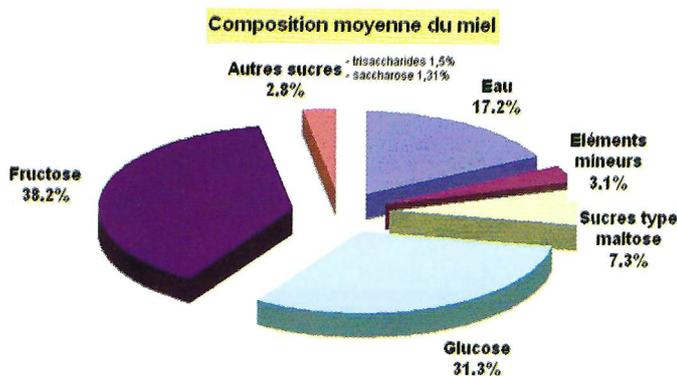
Abeille butinant une Ipomée



Un rayon de miel et la cire d'opercules

La trophallaxie assure une première déshydratation du nectar originel jusqu'à une valeur de 50%, sachant qu'il peut avoir au départ une teneur en eau de 80% et même plus. Puis des ventileuses parviennent, par évaporation, à concentrer le produit jusqu'à une teneur en eau $\leq 18\%$, ce qui a pour effet de prémunir le miel de la fermentation. Ainsi lorsque le miel ne contient plus que 18% ou moins d'eau, les abeilles operculent les alvéoles qui le contiennent pour le stockage. Les miels riches en glucose, tel celui de colza, cristallisent rapidement alors que les miels riches en fructose (= lévulose), tel celui d'acacia, peuvent mettre jusqu'à 3 ans pour cristalliser.

² La trophallaxie est un mode de transfert de nourriture chez les Hyménoptères sociaux. Chez les abeilles, en plus de son rôle alimentaire (nourriture des larves et de la reine), par la régurgitation du nectar du jabot d'une ouvrière dans le jabot d'une autre, et ainsi de suite de partenaires en partenaires, la trophallaxie joue un rôle fondamental dans l'élaboration du miel.



COMPOSITION CHIMIQUE

- Eau : 18%
- Glucides : 70% de sucres simples (fructose et glucose).
- Disaccharides (saccharose principalement).
- Trisaccharides essentiellement dans les miels de miellat.
- Polysaccharides (sucres à chaîne longue) dans les vieux miels.
- Acides : gluconique, citrique, acétique, phosphorique, responsables du pH acide des miels ($3,5 < \text{pH} < 4,5$).
- Minéraux : 0,2 à 1% : K, Na, Fe, Cu, Mg, Ca, Hg, etc... (globalement les minéraux du vivant)
- Protéines : 1% qui proviennent des fleurs et des glandes salivaires des abeilles. Celles produites par les abeilles sont entre autres des défensines et des inhibines qui jouent un rôle dans l'immunité innée des abeilles. Parmi ces dernières, celles qui sont acides jouent un rôle antimicrobien plus important, aussi efficaces que les autres antibiotiques protéiques connus. On trouve des enzymes telles les amylases pour digérer les sucres polymérisés, l'invertase qui hydrolyse le saccharose en les deux sucres majeurs du miel, glucose et fructose (lévulose), et la glucose-oxydase très intéressante car elle oxyde le glucose en acide gluconique et eau oxygénée. Cette eau oxygénée participe au pouvoir antiseptique du miel !
- Vitamines : en faible quantité B1, B3, B6, C (on en trouvera surtout dans le pollen).
- Arômes divers et tanins.
- Les lipides sont très peu représentés.
- Hormones : l'acétylcholine, qui est un parasymphathomimétique au pouvoir tranquillisant, un calmant de nos visères...
- Dérivés phénoliques, des flavonoïdes³ (qu'on retrouvera surtout présents dans la propolis),
- Des spores végétales.
- Des grains de pollen que l'on sait reconnaître au microscope et qui permettent d'identifier les sources florales du miel.
- De plus dans le miel on trouve des ferments lactiques très intéressants venant de l'estomac des abeilles (bactéries des genres *Lactobacillus* et *Bifidobacterium*). On les retrouve dans la flore vaginale de la maman qui, lors de l'accouchement, ensemence son bébé. Or ces bactéries indispensables pour l'équilibre de la flore intestinale du nourrisson restent tout aussi

importantes pour rééquilibrer notre flore intestinale adulte souvent victime de stress alimentaire ou de l'emploi inconsidéré des antibiotiques. Ces bactéries probiotiques empêchent la fixation des bactéries pathogènes par le jeu écologique des compétitions entre flores. Il s'agit d'une prévention des contaminations bactériennes⁴. A quelle température risque-t-on de perdre ces bactéries bénéfiques? Il est recommandé de ne pas chauffer le miel au-dessus de 45°C pour qu'il conserve toutes ses propriétés et ses éléments microbiens vivants.

PROPRIÉTÉS DU MIEL

Compte tenu de la composition chimique qu'on vient d'énumérer, il est loisible de comprendre la série des propriétés du miel qui va en découler. Le miel est :

- **Un stimulant énergétique** vu les grandes quantités de glucose et fructose qu'il contient.

- **Un excellent cicatrisant.** Le Professeur Bernard Descottes, qui était chef du service de chirurgie viscérale et transplantations au CHU de LIMOGES a utilisé pendant 25 années (de 1984 à 2009) le miel pour la cicatrisation des escarres et des plaies postopératoires. Il a prouvé par l'expérience clinique (sur des milliers de cas) les propriétés cicatrisantes et antibactériennes du miel. La cicatrisation s'opère 2 fois plus vite. De plus quand on opère avec un mélange de miel et de propolis c'est encore plus rapide ! Il y a une activation des fibroblastes et une augmentation de l'élastine et du collagène des tissus concourant à la résorption de la plaie. On cite des cas spectaculaires comme une plaie fortement nécrosée ouverte jusqu'à l'os qu'aucune greffe ou pommade ne parvenaient à refermer depuis 6 mois.

Une application quotidienne d'une cuillère à soupe de miel et de 4 gouttes de teinture mère de propolis a permis la cicatrisation en 3 semaines.

Même si le Prof. Descottes exigeait des conditions rigoureuses de récolte du miel pour l'usage chirurgical afin d'éviter toute contamination, il s'avère que le miel récolté normalement, comme le font les apiculteurs selon les conditions d'hygiène requises, convient parfaitement.

- **Concernant les propriétés antimicrobiennes du miel**, elles sont liées à H_2O_2 (eau oxygénée), au fait que le miel est hygroscopique et par conséquent absorbe toutes traces d'eau, diminuant par la déshydratation le nombre des bactéries contaminant la plaie, au pH acide du miel qui est délétère pour les bactéries pathogènes qui se cultivent à des pH légèrement alcalins, au fait que

³ Les flavonoïdes représentent une source importante d'antioxydants dans notre alimentation. Ils forment une sous-classe des polyphénols. Il y en a plus de 6000 à avoir été décrits chez les plantes. Les flavonoïdes sont des pigments responsables de la coloration des fleurs et des fruits. Ils couvrent tout le domaine de la lumière visible (couleurs de l'arc en ciel) et le proche ultra-violet. Leur couleur dépend de leur structure mais aussi de l'acidité du milieu (pH). Les jaunes viennent des chalcones, aures et flavonols jaunes, les rouges et les mauves des anthocyanosides, les bleus trouvent leurs origines dans les co-pigments flavones-anthocyanosides. L'absorption dans l'ultraviolet produit des motifs perceptibles par les insectes et capables de les guider vers le nectar. En effet les pigments colorés des fleurs servent à attirer les insectes pollinisateurs, et tout particulièrement l'abeille bien entendu. Ils jouent aussi un rôle dans la protection de la plante contre les UV et de défense contre les pathogènes et les insectes ravageurs. En dehors du miel, on trouve ces pigments dans le rouge des pommes et des poires, dans les baies de genièvre, le raisin et le vin...

⁴ On notera qu'un miel de plus d'un mois en a déjà beaucoup perdu ! Pour éviter cette perte, certains congèlent le miel frais assurant ainsi une survie notable des bactéries lactiques.

le miel contient du lysozyme⁵ très efficace contre la paroi des bactéries Gram +⁶ (cette enzyme est efficace car elle hydrolyse la paroi), au fait qu'il contient des flavonoïdes qui empêchent la division cellulaire des bactéries et ralentit par conséquent leur expansion. De plus ces flavonoïdes ont des vertus anti-inflammatoires ; en effet si l'inflammation est salutaire en début d'infection pour recruter les lymphocytes, elle doit être rapidement stoppée. **Le miel stimule les défenses immunitaires**, notamment les interleukines et l'interféron sont augmentés. Les interleukines sécrétées par des globules blancs sont actives sur d'autres globules blancs, les lymphocytes B, qui produisent des anticorps, et les lymphocytes T, les lymphocytes « tueurs ».

-Le miel (le miel de bruyère notamment) **stimule la diurèse** (émission d'urine).

-Le miel est hématopoïétique (production des globules rouges, blancs et des macrophages).

-Le miel a des vertus antimitotiques (empêche les divisions cellulaires) liées aux flavonoïdes et par là a un léger effet anti-tumoral. Ainsi les cellules cancéreuses réputées pour se multiplier sans trêve, se suicident par apoptose⁷ en présence du miel.

-Le miel a une action prébiotique⁸ nécessaire à la croissance des probiotiques déjà mentionnés comme bactéries très utiles présentes en son sein (action liée aux oligosaccharides).

-Le miel a une action détoxifiante, et une action facilitant l'absorption du Fe, du Ca, du Mg et **des sels minéraux en général**.

-C'est un aliment alcalinisant. Ceci est une notion récente. On mange trop d'aliments acidifiants (viande, glucides qui par dégradation donnent des acides dans notre sang). Or si le pH dans le sang⁹ devient trop acide, l'organisme va aller puiser dans certaines régions du corps des éléments minéraux pour conserver la valeur homéostatique du pH sanguin ; la cible dans ce cas est l'os. Ainsi pour corriger l'ostéoporose ou cette modification de la constante d'acidité sanguine, on conseille le miel.

-Le miel a aussi des propriétés spécifiques propres aux fleurs qui ont été butinées. Ainsi le miel de romarin est conseillé pour la fatigue, les mauvaises digestions, les insuffisances hépatiques et respiratoires. En fait on retrouve dans ces miels les propriétés des tisanes correspondantes. Le miel de thym est indiqué pour les bronchites, les ulcères duodénaux, les toux, les gripes, etc., et aussi les cicatrifications comme déjà indiqué. D'autres agissent dans les troubles cardio-vascu-

lares. Le miel de Manuka contient de l'UMF¹⁰ qui n'est autre que le méthylglyoxal qui comme tout aldéhyde est antibactérien, cicatrisant, anti-inflammatoire. La plante butinée est le *Leptospermum*, endémique en Nouvelle-Zélande et Australie. Son prix est prohibitif en comparaison des autres miels ! Rappelons que le miel de sarrasin a des propriétés similaires, et est de plus très riche en oligoéléments.

UTILISATIONS

-Traitement des plaies. On conseille de faire des pansements occlusifs à changer quotidiennement. Selon la surface ou la profondeur de la plaie, il faudra moduler et changer 3 fois par jour si nécessaire.

-Comme l'ont montré des travaux américains le miel peut être aussi efficace que les traitements classiques, dans le traitement des voies respiratoires, en particulier chez les enfants.

-Les miels agissent aussi contre les infections digestives (actif contre *Helicobacter pylori* responsable de l'ulcère de l'estomac qui peut se compliquer par un cancer de l'estomac),

-Contre l'anémie puisque les miels sont hématopoïétiques ils favoriseront la production des globules rouges.

-Les miels assurent une diminution rapide de l'alcoolémie et des troubles de la vigilance lors d'excès de consommations alcooliques.

-Pour les infections rénales, le miel de bruyère conviendra puisqu'il est particulièrement diurétique.

-Pour les infections génitales, pour les messieurs notamment, on prend une cuillère à soupe d'un mélange de 500 g de miel de romarin et 20 jaunes d'œuf. Il paraît que c'est formidable !

-Infections oculaires. Un apiculteur témoigne à propos de la blessure d'un œil ouvert où l'on voyait le cristallin. L'œil fut refermé en quelques jours avec une restauration de la vascularisation de la cornée et, après 2 ans, le blessé a retrouvé la vue.

-Au niveau de la sphère psychique, les parasympho-mimétiques présents calment l'angoisse.

-En pédiatrie la croissance de l'enfant est améliorée. Contre le rachitisme, le miel apporte les compléments vitaminiques déjà évoqués. Il améliore la fixation du Ca au niveau des os et au niveau dentaire également.

-Dans les rhumatismes on conseille plutôt la propolis ou le venin, mais le miel convient.

Pourquoi a-t-on dit qu'il ne fallait pas donner de miel à des enfants en-dessous d'un an ? On connaît en tout 15 cas mortels de botulisme d'enfant dans le monde dont 4 cas mortels en France. Il s'agissait du *Clostridium botulinum* sérotype A¹¹ qui n'existe qu'en Amérique du Nord et du Sud, et les 4 cas avérés en France sont la conséquence d'une consommation de miel argentin importé. Achetez le miel d'un apiculteur qui puisse vous garantir qu'il récolte selon les bonnes pratiques ! Les miels sont surveillés pour leur éventuel contenu en pesticides, une éventuelle adultération avec des sucres exogènes (obtenus par hydrolyse

⁵ Découvert par Fleming et contenu également dans le blanc d'œuf ou les larmes de nos yeux.

⁶ Le staphylocoque doré par exemple qui est un Gram + est très sensible au lysozyme.

⁷ L'apoptose est la mort cellulaire programmée. En termes simples, on dira que toute cellule normale « se suicide », dans un délai variable selon le tissu auquel elle appartient, et ceci, tout à fait normalement, afin de permettre le renouvellement sans excès du tissu considéré. Les morts doivent laisser la place aux jeunes vivants... Or les cellules cancéreuses ont perdu la capacité de se suicider et par conséquent prolifèrent sans trêve.

⁸ Certaines substances franchissent l'estomac et l'intestin grêle et parviennent par conséquent jusqu'au colon fournissant l'énergie nécessaire aux probiotiques dont la croissance rééquilibre la flore intestinale. Ces substances sont qualifiées de prébiotiques.

⁹ La valeur homéostatique du pH du sang doit être de 7,2.

¹⁰ Unique Manuka Factor

¹¹ En Europe il n'existe que le sérotype B qui est beaucoup moins pathogène.

de l'amidon de maïs par exemple), mais la spore de *Clostridium* n'est pas recherchée (une telle recherche pourrait cependant être faite car à la portée de tout laboratoire de microbiologie). Mais le risque est extrêmement minime, surtout si l'on connaît la provenance du miel qu'on achète !

Souvent il est dit que pour les diabétiques le miel doit être exclu. Bien au contraire, en cas de coma diabétique c'est très utile de donner du miel. En introduisant dans la bouche sous la langue un miel cristallisé (contenant par conséquent surtout du glucose), le glucose va parvenir à franchir facilement la muqueuse buccale, vu qu'il est directement assimilable, et recharger le sang en glucose ce qui va raccourcir le malaise. On constate qu'avec le miel l'index insulino-génique est 2 fois plus faible qu'avec le sucre ordinaire. Ceci veut dire que si on sucre avec du miel on aura moins besoin d'insuline pour faire pénétrer le glucose dans les cellules. Les diabétiques ont donc tout intérêt à privilégier le miel plutôt que le sucre. La posologie préconise une cuillère à soupe de miel dissout dans une tisane ou étalé sur une tartine de pain.

Pourquoi sur une tartine de pain ? Des médecins du CHU d'Angers ont montré que l'étalement sur une tranche de pain complet ou semi-complet (farine non raffinée) donne un index glycémique de 34 ce qui n'est pas énorme. Evidemment il faut tenir compte de la quantité de sucre déjà absorbée dans le régime alimentaire, mais il n'y a pas de raison d'éliminer le miel pour autant, il faudra comptabiliser l'ensemble des sucres et du miel ingéré.

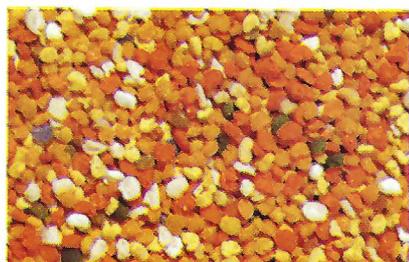
Les miels peuvent être mélangés à de la propolis ou de la gelée royale, ou à des huiles essentielles : ce sont les aromiels distribués dans les commerces spécialisés.

LE POLLEN

Le pollen récolté par les abeilles leur est dérobé en grande partie lors du retour des butineuses grâce à un dispositif (la trappe à pollen) ne ménageant l'accès dans la ruche que très étroitement. Les abeilles pénètrent difficilement à travers les orifices strictement calibrés de telle sorte qu'elles perdent la presque totalité de leurs pelotes de pollen. Un tiroir sous-jacent amasse les pelotes qui tombent des pattes arrière et l'apiculteur relève les tiroirs chaque soir pour sécher la récolte ou la stocker au congélateur. La trappe n'est pas maintenue en permanence, mais seulement lors de périodes d'abondance en pollen, afin de ne pas épuiser ces ressources indispensables pour les abeilles. Même si les butineuses rapportent tout de même à l'intérieur de la ruche les 10% restants de leur provende, on ménage, même en période d'abondance, des semaines de libre accès «pour éviter des frustrations»...



Butineuse portant des pelotes de pollen

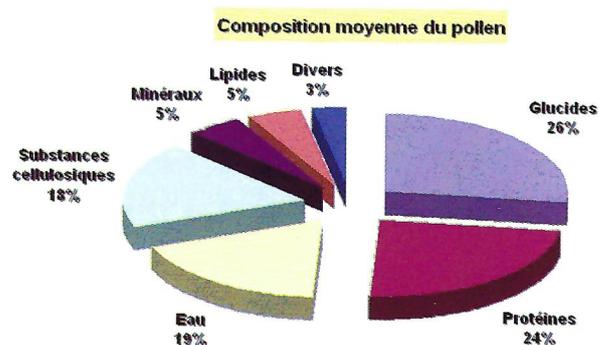


Le pollen récolté

Le pollen est en effet indispensable aux abeilles, ne serait-ce que pour l'alimentation des nourrices qui synthétisent la gelée royale pour les trois premiers jours des larves fraîchement

écloses et pour la reine. Ce pollen est mélangé aux sécrétions salivaires des abeilles et emmagasiné dans les alvéoles pour constituer le pain des abeilles¹². Il y subit la fermentation lactique grâce aux germes lactiques précités ce qui le préserve d'autres dégradations¹³.

COMPOSITION



-Le pollen est constitué de membranes cellulosiques qui sont les « sacs » qui enrobent le grain de pollen sur les étamines des fleurs.

-Eau : 15% (dans le pollen frais) 5% (dans le pollen séché)

-Glucides : Ceux du miel en traces.

-Lipides : Très peu. Il faut mentionner les acides gras insaturés tels l'acide linoléique (du groupe des ω_6) et l'acide linoléique (du groupe des ω_3) indispensables à notre alimentation. D'autres acides gras comme l'acide palmitique, l'acide stéarique, etc... se retrouveront dans la cire.

-Protéides : 20 à 30% comprenant 18 acides aminés dont les 8 essentiels que l'homme ne synthétise pas. C'est une source alimentaire intéressante pour l'homme et c'est le bifeck de l'abeille (et non le pain de l'abeille comme il est convenu de l'appeler !)

-Vitamines : presque toutes les vitamines du groupe B sont représentées (B1, B3, B5¹⁴, B6, B7, B9¹⁵), vit. C, vit. E, provitamine A (carotène).

-Oligoéléments : les plus importants sont le Se, le Cr et le Zn. Le sélénium (Se) fonctionne avec la glutathion-peroxydase pour capter les radicaux libres, radicaux libres qui sont émis pour protéger les cellules contre les agressions microbiennes. Mais si ces radicaux libres indispensables à la prévention des infections ne sont pas évacués rapidement, ils peuvent devenir responsables de la cancérisation car ils attaquent l'ADN des cellules. L'opération ne se fait qu'avec du Se assimilable. Or dans le pollen, le Se est assimilable à 80-100%, alors qu'il n'est assimilable qu'à 30-50% dans les huîtres et les coquillages. Une cuillère à soupe de pollen couvre 500% des apports journaliers nécessaires... Le Se est très important pour prévenir les cancers et une étude américaine a montré qu'une population supplémentée en Se pendant 10 ans aurait moitié moins de cancers que la population témoin. D'autre part le sélénium stimule le système immunitaire et complexe les métaux lourds et par conséquent décharge l'organisme des métaux lourds accumulés (Hg, Cd, Pb, etc...) en formant des sélénures de Pb, de Cd, d'Hg, etc... qui pourront être éliminés. Le Zn est un cicatrisant. D'autre part, Zn et Cr sont également intéressants dans leur participation dans l'édification de nombreuses molécules d'enzymes (plus de 200). Le Cr intervient également au niveau des problèmes cardiaques.

¹² Dans les pays de l'Est on le commercialise.

¹³ Un peu comme l'ensilage de la luzerne pour le bétail par exemple

¹⁴ B5 = acide pantothénique

¹⁵ B9 = acide folique utile chez la femme enceinte pour éviter une malformation du tube neural de l'embryon (spina bifida). On en trouve en quantité appréciable dans le pollen de saule.

-**Enzymes** : ceux du miel essentiellement.

-**Flavonoïdes** : utiles pour les problèmes vasculaires.

-**Pigments** : caroténoïdes, lutéine, zéaxanthine. Les personnes victimes de la dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA) perdent le pigment du fond de la rétine et ont besoin de compléter leur régime avec lutéine et zéaxanthine.

-**Arômes**.

-**Huiles essentielles**.

-**Ferments lactiques** : ceux mentionnés pour le miel.

UTILISATION

-Le pollen va régulariser les troubles digestifs.

-Il assure la régularité des métabolismes intermédiaires.

-C'est un stimulant (cf. les propriétés du Se).

-Il active l'hématopoïèse.

-C'est un euphorisant grâce aux vitamines.

-C'est un antioxydant grâce au sélénium.

-On l'utilise au niveau :

-de la sphère cardiovasculaire,

-de la sphère digestive,

-de la sphère génitale (notamment pour lutter contre l'adénome de la prostate). Associé à la propolis il permet de diminuer le taux de PSA. Pour les individus atteints d'asthénie sexuelle, le pollen est un aphrodisiaque +++.

-On l'utilise également au niveau de la sphère neuropsychique (anxieux, schizophrènes, victimes de stress). Il diminue la synthèse de l'interféron γ , qui augmente quand l'individu est stressé. Dans ce cas, l'interféron au départ utile pour lutter contre l'agression, devient délétère si son action dure trop longtemps car il peut provoquer une hyperperméabilité de l'intestin grêle, qui laisse passer alors des molécules toxiques, voire même des molécules d'origine microbienne (*Proteus*, *Klebsiella*, etc...) du contenu intestinal de l'organisme.

Celles-ci provoquent la synthèse d'anticorps qui se combinent avec les molécules antigéniques pour former des immun-complexes accumulés en différents endroits du corps et conduire à des pathologies diverses. On lira avec intérêt à ce sujet les travaux du Dr. Seignalet¹⁶.

-On l'utilise dans la cataracte et DMLA et dans divers états carenciels, lors de fragilité cutanée, chute des cheveux mais aussi comme adjuvant à la chimiothérapie lors de cancer du sein, de la prostate et du côlon.

-Avantages du pollen frais par rapport au pollen sec : on a montré l'intérêt de consommer le pollen frais, plutôt que séché, en utilisant des géloses nutritives contenant l'un ou l'autre, et en inoculant sur ces géloses une culture de la bactérie *Proteus*. On note une inhibition de la culture dans le 1^{er} cas. Il y a donc un effet barrière dû à la présence des lactobacilles vivants, alors que cet effet a disparu avec le pollen sec (lactobacilles morts).

-En ce qui concerne la prise de poids chez le rat, les résultats sont identiques en comparant deux lots d'animaux nourris au pollen séché ou frais.

Par contre des rats ayant subi une lésion au niveau du côlon, lorsqu'ils sont traités au pollen frais, présentent 30% de lésion en moins, par rapport aux rats témoins (sans pollen) ou aux rats nourris au pollen séché.

Le pollen frais congelé est donc nettement meilleur que le pollen sec. Prendre 15 à 40 g/jour, soit une cuillère à soupe au maximum (les enfants : 5 à 15 g/jour). Le diluer à l'avance 1/2 heure à une nuit (dans une tisane, un jus de fruit) car l'entrée d'eau dans les «sacs» des grains de pollen provoque leur turgescence et leur éclatement ce qui facilite la digestibilité du produit. Il faut manger le pollen avec des fruits de préférence fibreux qui agissent en synergie avec la vitamine C.

-le pollen porté par les abeilles est moins allergisant que celui transporté par le vent parce que les abeilles avec leurs enzymes salivaires ont déjà coupé dès leur récolte les grosses protéines allergisantes. On peut très bien être allergique au pollen entraîné par le vent et ne pas l'être à celui porté par les abeilles. Cependant compte-tenu de ce risque d'allergie il est bon de commencer d'en consommer par de petites doses pour savoir si l'on ne déclenche pas de réaction.

-Mention spéciale aux pollens monofloraux à activité spécifique : celui de cistes pour les colites, ceux de lierre ou de bruyère pour la circulation sanguine.

-Il existe aussi des mélanges pollen-gelée royale, pollen-propolis et diverses préparations galéniques contenant du pollen.

LA GELÉE ROYALE



Larves de reines dans la gelée royale

La gelée royale aux propriétés remarquables résulte de la sécrétion des glandes hypopharyngiennes des jeunes abeilles, glandes qui sont localisées dans la tête de l'insecte. Les jeunes abeilles, qui sont les nourrices, ne peuvent sécréter la gelée royale que si elles consomment le pollen rapporté par les butineuses¹⁷. En France on compte environ 300 g / ruche / an, mais en Chine ils obtiennent jusqu'à 1 kg / ruche / an. En France des programmes de sélection génétique des abeilles pour augmenter la production en gelée royale sont en cours.

COMPOSITION CHIMIQUE

-Eau : 66%

-Glucides : 15% (glucose, fructose)

-Lipides : 5 à 10%

-Protides : Les acides aminés mentionnés pour le pollen, y compris les 8 acides aminés essentiels.

¹⁶ Le Dr Jean Seignalet, était médecin immunologiste et enseignant au CHU de Montpellier et est décédé en 2003. Il est l'auteur de *L'Alimentation ou la troisième médecine*. 1999. Ed : F-X. de Guibert, Collection Ecologie humaine, 490 pages).

¹⁷ A ce propos il est recommandé de supprimer le moins possible les pelouses «de mauvaises herbes» dans nos jardins car la plupart de leurs fleurs sont une source importante de pollen !

-Vitamines : toutes celles mentionnées pour le pollen. Vitamines B1, B2, B3, B5, B6, B7, B8, B9, B12. La vitamine B5 est en quantité très élevée (la gelée royale est un des produits naturels qui en contient le plus). Les vitamines A, C, D, E sont également présentes faisant de la gelée royale un pool de vitamines assez exceptionnel !

-Sels minéraux et oligoéléments comme ceux mentionnés auparavant (Se et Zn notamment)

-Acétylcholine (vasodilatateur, para-sympathomimétique comme déjà signalé)

-L'acide organique (E)-10-hydroxy-2-décénoïque (10HDA) et ses esters. Ces composés ont des propriétés antibiotiques, antivirales, antimittotiques (donc anticancéreuses).

-L'acide octanoïque qui a aussi des propriétés anti-infectieuses notamment contre *Candida albicans* (champignon responsable de dermatoses), mais aussi les staphylocoques et les streptocoques.

-Des hormones (oestrogènes, testostérone et progestérone).

La gelée royale a donc des propriétés stimulantes, revitalisantes, dynamisantes du fait de la présence des vitamines, des propriétés antioxydantes, des propriétés régulatrices du métabolisme, des propriétés vasodilatatrices du fait de l'acétylcholine, des propriétés antihypercholestérolémiantes.

Elle est hématopoïétique, a une action aphrodisiaque, augmente la résistance à l'effort intellectuel et physique. Elle a une action antibiotique, antivirale, et anticancéreuse.

La science qui prônait « le tout-génétique » comme explication à toutes les fonctions vitales, depuis quelques temps revient sur l'importance de l'environnement. On reconnaît dorénavant à ce dernier des effets notoires sur l'expression des gènes. Dans ce cadre, la gelée royale peut ainsi avoir aussi une action épigénétique. On a noté en particulier que l'acide 10HDA a une activité inhibitrice des histones D-acétylases, enzymes qui agissent au niveau de l'ADN. Les radicaux acétyl sont éliminés par ces histones déacétylases, ce qui va libérer la queue des histones et conduire à un accrochage fort de l'ADN sur ces histones empêchant la transcription des brins d'ADN à l'origine des ARN messagers qui sur les ribosomes conduisent à la synthèse des protéines.

L'acide 10HDA peut réactiver des gènes silencieux, conduisant ainsi au développement d'une reine¹⁸, mais aussi à la réactivation de gènes antitumoraux non exprimés dans la cellule tumorale (déclenchement de l'apoptose, arrêt du cycle cellulaire et donc de la croissance tumorale). Peut-être à l'avenir, cet acide 10HDA pourra être à l'origine d'un médicament anticancéreux. C'est en cours d'étude.

La gelée royale a des effets sur les troubles de la sénescence, les états carenciels, les anomalies de la tension artérielle, le stress, la spasmophilie, les états dépressifs, les colites pour restaurer la flore car elle contient aussi des lactobacilles, les maladies de peau, la chute des cheveux (vitamine B5 en grande quantité), la grossesse et l'allaitement par son apport vitaminique extraordinaire, les maladies infantiles.

¹⁸ Le 10HDA représente 2 à 5 % de la masse de la gelée royale. Ce composé serait responsable du développement de l'utérus chez les larves exclusivement nourries à la gelée royale (Spannhoff et al, EMBO Reports, 2011) différenciant ainsi la reine de la caste des ouvrières.

La posologie préconise 500 mg à un 1 g/jour en sublingual à jeun le matin. On conseille deux cures en automne et au printemps. Elle est aussi vendue lyophilisée en gélules, en ampoules, additionnée au miel, au pollen, au ginseng, etc.

Les seules contre-indications sont quelques allergies à vérifier avant usage. Dans le cas des cancers hormono-dépendants, il faut éviter d'utiliser la gelée royale qui, agissant sur les récepteurs hormonaux des cellules tumorales, stimulerait les tumeurs du sein ou de la prostate. Cependant certains médecins japonais et roumains réfutent cette restriction.

LA PROPOLIS



Propolis récoltée, en vrac Propolis à l'extrémité d'un cadre

La propolis est issue des résines prélevées par les abeilles sur les bourgeons et l'écorce de certains arbres comme les bouleaux, peupliers, saules, frênes, ou en pays tropicaux les goyaviers, cocotiers, etc... On connaît bien la célèbre propolis verte du Brésil qui provient de *Baccharis dracunculifolia* (ou « romarin des champs » abondant dans l'état brésilien de Paraná). Elle est riche en artépilline C qui est une substance proche de l'ibuprofène, anti-inflammatoire, mais possédant en plus des propriétés anti-tumorales remarquables. Au Brésil, vu l'étendue du territoire, on a répertorié une douzaine de propolis différentes. Mais en gros on peut distinguer 3 grandes familles de propolis : les propolis vertes, les propolis rouges (palétuvier par exemple) et les propolis brunes (du peuplier par exemple). Quand on a un cancer, la propolis verte c'est bien, mais la propolis brune c'est très bien aussi ! En effet la propolis brune contient moins d'artépilline que la propolis verte mais elle est plus riche en CAPE (ester phényléthyle de l'acide caféique), un antimittotique reconnu. Donc en définitive ces deux propolis se valent en ce qui concerne leurs effets anti-tumoraux.

L'abeille prélève avec ses mandibules la résine de l'arbre et confectionne des pelotes en malaxant sa récolte et en la déposant sur ses pattes postérieures, comme pour le pollen, afin de la transporter à la ruche. Toutefois les pelotes sont plus petites que celles du pollen car la densité est plus élevée. Délivrée à d'autres ouvrières le produit va être encore malaxé ce qui va aboutir à une propolis dont la composition chimique est différente du produit d'origine sur le peuplier.

Cela se voit bien sur les profils chromatographiques d'HPLC¹⁹. La composition chimique de la propolis de la ruche est bien plus complexe (plus de 300 composés différents !). L'abeille peut y ajouter de la cire selon l'usage qu'elle veut en faire (calfeutrage ou collage).

On récolte la propolis par grattage des parois de la ruche et du montant des cadres, mais le dépôt d'une grille en plastique en guise de couvre-cadres, que les abeilles vont obturer avec de la propolis, est la méthode permettant d'obtenir le produit le plus pur.

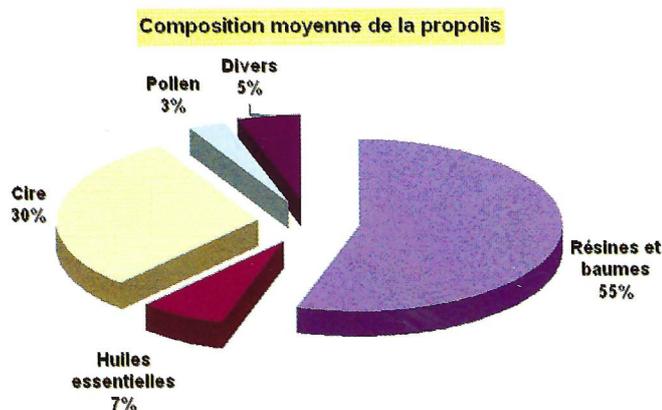
¹⁹ Chromatographie liquide de haute performance

Il suffit de prélever cette plaque lorsqu'elle est bien obtenue, la rouler et la mettre au congélateur pour la durcir.

Lorsque l'on sort ces plaques du congélateur la propolis est cassante et se récolte très facilement.

La propolis est l'élément de fixation, d'obturation²⁰, de bouchage, d'aseptisation dans la ruche. Les abeilles enrobent aussi les intrus qu'elles ne peuvent plus dégager (souris, cétoines, etc...) avec de la propolis afin d'éviter la putréfaction. Elles vont aussi recouvrir les rayons d'un peu de propolis, lors de l'operculation, pour bien aseptiser la récolte car pour une température de 35°C, indispensable à la croissance des larves et des nymphes, les risques de fermentation avec des microorganismes introduits par les courants d'air sont élevés.

COMPOSITION CHIMIQUE



-Résines et baumes : 55%. (flavonoïdes et acides aromatiques essentiellement)

-Cires végétales, la cire d'abeille.

-Huiles essentielles.

-Un peu de pollen et divers (matières minérales et organiques).

Les produits les plus intéressants sont les flavonoïdes et les acides aromatiques tels l'acide benzoïque (benjoin), l'acide coumarique, l'acide cinnamique et l'acide caféique et surtout leurs esters. En particulier on retrouve le CAPE déjà mentionné, l'artépilline C qui est un ester de l'acide cinnamique.

-Vitamines : A, B1, B2, B3, B5, B6, B9, C, E mais en moindre quantité que dans le pollen ou la gelée royale.

-Sels minéraux : Mg, Fe, Zn, Ni, Si sous forme organique (donc assimilables).

PROPRIÉTÉS

-Les propriétés les plus connues sont les propriétés antimicrobiennes puisque déjà les Egyptiens momifiaient leurs défunts avec ce produit pour empêcher la putréfaction. La propolis est efficace contre une multitude de bactéries : des Gram + tel *Staphylococcus aureus* (vanco- et méticillino-résistants), contre *Enterococcus faecalis* et en particulier contre les microorganismes des angines²¹. D'où l'intérêt d'utiliser la propolis en *spray* dès le moindre mal de gorge et plus généralement la zone ORL (nez, oreilles et gorge) ! On note des effets aussi contre d'autres streptocoques et pneumocoques, *Streptococcus mutans* responsa-

ble de la plaque dentaire à l'origine des caries dentaires (utiliser les chewing-gum à la propolis très apprécié des enfants), *Corynebacterium*, *Listeria*, *Salmonella*, *Helicobacter pylori* (responsable d'ulcères d'estomac pouvant dégénérer en cancer), *Hemophilus influenzae*²² germe de surinfection s'installant après une infection virale. La propolis agit également contre *Propionibacterium acnes*, germe anaérobie à l'origine de l'acné qui s'installe au moment de la puberté lorsque les adolescents développent un film lipidique cutané important qui protège la bactérie de l'oxygène, au fond des follicules pileux de la peau, et qui est à l'origine des boutons. La propolis, antibactérienne, est de plus anti-inflammatoire et va donc «désenflammer» les boutons et la cicatrisation sera plus rapide par stimulation de la synthèse d'élastine et de collagène. D'autres anaérobies sont également de bonnes cibles dans la lutte contre les gingivites, les caries et les diverses inflammations au niveau de la bouche.

-C'est un excellent antiviral à large spectre contre les Herpes de type 1 (HSV1 = herpès labial) et de type 2 (HSV2 = herpès génital). Les femmes au moment des règles ont une diminution naturelle de l'immunité et certaines présentent une poussée consécutive de l'herpès. Dans ce cas le traitement à la propolis donne des résultats incontestables par son action antivirale et un renforcement de l'immunité. Le zona est guéri deux fois plus vite avec des pommades à la propolis. Avec la varicelle²³ le traitement dès l'apparition des macules (avant les papules et les vésicules) contrôle l'éruption. Il y a aussi atténuation de la douleur. Avec les virus des hépatites A, B et C, bien qu'il s'agisse de virus complètement différents, la propolis est efficace. Contre la grippe (influenza A), y compris sur le type H1N1 tant redouté, le traitement est efficace. Contre les rotavirus, responsables de gastro-entérites chez les bébés et les vieillards, l'immunité est renforcée, et même dans tous les cas de gastro-entérites à entérovirus, l'activité antivirale s'exprime. La propolis est efficace sur les virus respiratoires syncytiaux responsables des bronchiolites des enfants, les papillomavirus responsables des verrues et du cancer du col de l'utérus, le virus HIV responsable du SIDA.

-La propolis est antifongique et on l'utilise contre *Candida albicans*, *Aspergillus*, etc...

-La propolis a aussi des propriétés antiparasitaires (*Trichomonas vaginalis*, *Toxoplasma*).

-Quant aux propriétés anti-inflammatoires elles sont liées à l'inhibition de la cyclooxygénase et de la phospholipase. Ces enzymes sont à l'origine de substances qui participent à la réaction inflammatoire, les prostaglandines et les leucotriènes.

-La propolis augmente la synthèse des interleukines anti-inflammatoires et diminue les interleukines pro-inflammatoires. On l'utilise dans l'asthme.

²¹ Le streptocoque A est souvent responsable de l'angine. Une pulvérisation de spray à la propolis dans la gorge stoppe l'angine. Or on sait que des angines à streptocoque non traitées provoqueront plus tard ce que l'on appelle des maladies post-streptococciques tels les rhumatismes articulaires aigus, les glomérulo-néphrites, les endocardites, etc..., par les anticorps engendrés aux effets délétères tardifs. Ceci est dû au fait que les anticorps dirigés primitivement contre les streptocoques s'attaquent secondairement aux structures de l'organisme qui ressemblent aux structures des streptocoques.

²² Germe que l'on a cru longtemps comme le responsable de la grippe (influenza) avant de découvrir qu'il s'agissait d'un virus.

²³ Zona et varicelle ont pour cause le même virus.

²⁰ Etymologie grecque de propolis : pro = devant, polis = cité ; devant la cité car les abeilles réduisent leur entrée par des amas de propolis pour se prémunir des prédateurs et des courants d'air l'hiver.

-On note aussi des propriétés anesthésiantes, intéressant ceux qui ont des aphtes ou des brûlures (en addition de l'action du miel).

-Une propriété cytostatique a été aussi reconnue (contre le cancer) liée au CAPE, à l'artépilline C et aux flavonoïdes.

On sait que les cellules normales ont une mort programmée pour assurer le renouvellement des tissus sans prolifération excessive. La cellule cancéreuse a perdu l'inhibition de contact parce qu'elle a perdu les jonctions de communications intercellulaires. La propolis restaure ces jonctions intercellulaires chez la cellule cancéreuse et par conséquent l'inhibition de contact. Elle déclenche l'apoptose²⁴ de la cellule cancéreuse en provoquant son suicide. La propolis inhibe la PAK1 kinase. Or c'est à cette enzyme que l'on doit la multiplication des cellules cancéreuses, la résistance à l'apoptose, l'angiogénèse, c.-à-d. la formation de nouveaux vaisseaux pour irriguer la tumeur, et les métastases²⁵.

-La propolis est immunostimulante, augmente le nombre de macrophages et la quantité d'anticorps.

-La propolis est cicatrisante et régénératrice par la multiplication des fibroblastes et la stimulation de la synthèse de l'élastine.

-Elle a des propriétés anti-oxydantes contre les radicaux libres.

-La propolis a aussi des propriétés anabolisantes, anti-germinatives.

On l'utilise largement en dermatologie (mycoses, furoncles, herpès, zona comme déjà vu) et même contre la maladie de Lyme. Cette maladie est transmise par des tiques contaminées avec des bactéries de l'espèce *Borrelia burgdorferi*²⁶ pompées dans le sang d'un sujet infecté et injectées dans un sujet sain par les tiques. Il faut traiter la rougeur tout de suite. Sinon, comme pour le virus de l'hépatite B, les anticorps utiles dans un 1^{er} temps vont s'attaquer à d'autres sites telles les cellules du foie ou les cellules nerveuses contenant des marqueurs qui attirent ces anticorps. La propolis peut même dans ces conditions rester efficace grâce à ses propriétés anti-inflammatoires.

-Au niveau de la sphère ORL on préconise des sprays à la propolis.

-En stomatologie contre les aphtes il n'y a rien de mieux que la propolis.

-Nous avons vu aussi l'action au niveau génital.

-Au niveau cardiovasculaire la propolis tonifie les vaisseaux sanguins.

-En cancérologie le congrès Apimondia de 2009 à Montpellier avait permis d'écouter le Dr. Mizukami qui avait décrit divers cas de cancers traités avec la propolis verte, très populaire au Japon, avec des guérisons et des rémissions spectaculaires. La chimiothérapie est mieux supportée, la formule sanguine meilleure avec un nombre de globules rouges et blancs augmenté, le confort du malade est grandement amélioré, il y a une synergie avec les traitements classiques (chimiothérapie et radiothérapie).

-La propolis est préconisée en rhumatologie, en ophtalmologie, dans la sphère neuropsychique, chez les personnes atteintes de Parkinson, de sclérose en plaques pour celles qui ne peuvent supporter le venin, en cosmétologie (peau, cheveux, etc.).

Diverses préparations sont à la disposition du public : pâtes à mâcher, comprimés, gélules, sprays, sirops, collutoires, pomades, préparations galéniques, etc. On conseille 3 g/ jour mais c'est selon le mode de préparation. Elle peut être associée au miel, au ginseng. «L'énergie vitale» recommandée par le Prof. Joyeux est un mélange des produits de la ruche, du ginseng, de la papaye, où la propolis est bien sûr représentée (une cuillère à café par jour).

Une allergie est possible due aux esters de l'acide caféique précisément. Une contreindication a été signalée seulement une fois avec des contraceptifs oraux occasionnant des troubles digestifs. Il peut y avoir des interactions avec des anti-inflammatoires non stéroïdiens. Il faut faire des essais pour doser la quantité acceptée par son organisme.

LE VENIN



Avant la piqûre



Après

Par piqûre 100 à 150 µg sont injectés par l'abeille ouvrière et 700 µg par la reine. La récolte se fait par passage des abeilles sur une grille électrifiée stimulant les insectes qui piquent dans une éponge sous-jacente. En France cela ne se fait plus, c'est plutôt à l'étranger que la récolte de venin est faite.

COMPOSITION

-Sels minéraux, acides, stérols, des sucres et surtout des :
-Protéines où l'on trouve des substances aux propriétés intéressantes.

-L'histamine est à l'origine de la rougeur au point de piqûre.

-Les cholines.

-La dopamine (intéressante chez les parkinsoniens qui sont déficitaires en dopamine).

-Le tryptophane, un acide aminé essentiel précurseur de la sérotonine intéressante pour les personnes dépressives.

-La méllitine diminue la tension artérielle, active les corticosurrénales produisant le cortisol qui diminue les douleurs dues au rhumatisme des personnes âgées, les grosses inflammations dues à l'arthrose.

-L'apamine (en synergie avec la méllitine agit dans la maladie de Parkinson).

-Des composés aromatiques tel l'acétate d'isoamyle (odeur de bonbons anglais).

-Des enzymes : phospholipase, hyaluronidase agissant sur la perméabilité des capillaires.

²⁴ Rappel : mort cellulaire programmée.

²⁵ Migration de cellules cancéreuses de la tumeur mère vers d'autres sites provoquant des tumeurs secondaires.

²⁶ 40% des tiques sont contaminés avec des *Borrelia*.

PROPRIÉTÉS

-Fluidifie le sang ce qui explique l'effet sur la tension artérielle.

-Immunostimulant.

-Anti-inflammatoire puisque cela stimule les corticosurrénales.

-Piège les radicaux libres.

-Diminution des effets aux rayons X.

-Anticancéreux dans des cas de lymphomes (mais pas utilisé en France).

-Tonique stimulant l'appétit.

-Grosses indications en rhumatologie, arthrose, polyarthrite.

-Pour lutter contre l'anémie, les maladies auto-immunes.

-Contre la sclérose en plaques mais pour la 1/2 des cas. Il faut compter 30 à 40 piqûres trois fois par semaine pendant 6 mois. Dans un cas bien étudié on a vu une guérison réelle avec re-myélinisation²⁷ des cellules nerveuses²⁸ en 6 mois.

-Certaines personnes estiment que le venin peut être utilisé contre la maladie d'Alzheimer et la maladie de Parkinson.

On utilise le venin en homéopathie. Il existe des pommades à base de venin préparées surtout dans les pays de l'Est.

La contre-indication est bien entendu l'allergie avec les risques d'œdème de Quincke voire d'un choc anaphylactique. Des essais avec de faibles doses doivent être effectués avant d'envisager tout traitement. Un contrôle médical est indispensable.

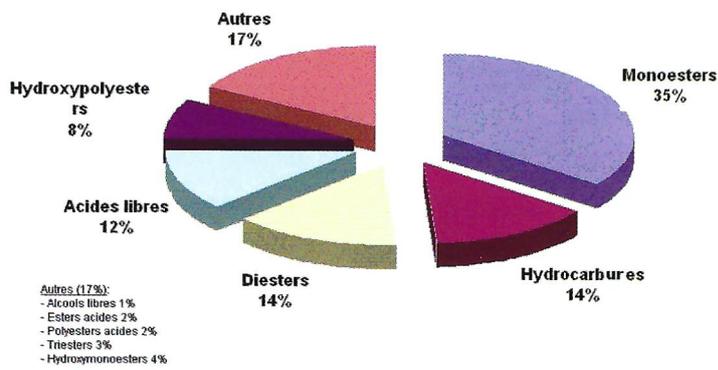
LA CIRE

Un autre produit de la ruche, la cire, est, quant à lui, produit par les glandes cirières situées sur la face ventrale des 4 derniers segments de l'abdomen de l'ouvrière entre le 12^{ème} et le 18^{ème} jour de son émergence.



Construction du rayon de cire

Composition moyenne de la cire



COMPOSITION CHIMIQUE

-Surtout des hydrocarbures, des esters d'acides gras (acide stéarique principalement, acide palmitique, ...).

-Chryisine, flavonoïde qui donne la couleur jaune de la cire.

Elle peut être associée au miel. On peut l'utiliser pour les sinusites. En dermatologie elle est très utilisée en pommade pour ses propriétés adoucissante anti-inflammatoire, cicatrisante ; elle fortifie les gencives et détartre les dents mais est parfois responsable d'allergies

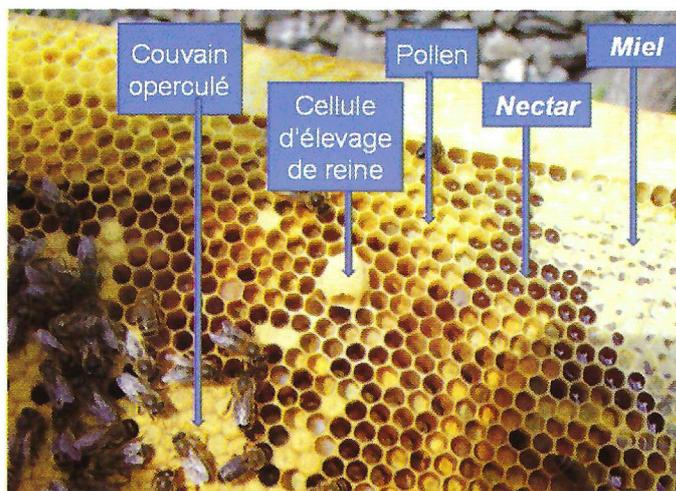
CONCLUSION

Aujourd'hui les produits de la ruche pourraient retrouver une place importante dans la pharmacopée, car devant l'émergence des germes résistants aux antibiotiques, en particulier celle des germes nosocomiaux multirésistants, ils sont une réponse efficace contre de nombreux agents infectieux.

En cancérologie la propolis est reconnue pour potentialiser la chimiothérapie et la radiothérapie tout en améliorant le confort du malade.

Dans les maladies auto-immunes leur intervention est remarquable, là où la médecine allopathique parfois échoue.

Les effets indésirables caractérisés par des problèmes allergiques sont peu graves mis à part le risque du choc anaphylactique avec le venin d'abeille que l'on doit éviter si on a connaissance à cet égard d'une hypersensibilité.



UN CADRE DANS LA RUCHE

²⁷ La myéline est le constituant qui enveloppe les neurones et qui est déficitaire chez les malades atteints de sclérose en plaques.

²⁸ Maryse Pioch, atteinte de sclérose en plaques, a rédigé un livre «Comment j'ai guéri de la sclérose en plaques», sous le couvert du Prof. Joyeux.

BIBLIOGRAPHIE

- CD d'apithérapie édité par la commission d'apithérapie Apimondia 2001

- Cherbuliez, Th. and Domerego, R.

L'Apithérapie Médecine des abeilles, 2009 ed. Amyris

- Astrid Spannhoff¹, Yong Kee Kim¹, Noel J -M Raynal², Vazganush Gharibyan², Ming-Bo Su³, Yue-Yang Zhou³, Jia Li³, Sabrina Castellano⁴, Gianluca Sbardella⁴, Jean-Pierre J Issa² & Mark T Bedford, EMBO reports (2011) 12, 238 - 243

Histone deacetylase inhibitor activity in royal jelly might facilitate caste switching in bees

- Donadieu, Y.

Le miel : les thérapeutiques naturelles, 1984 ed. Ma-loine

- Percie du Sert, P.

Ces pollens qui nous soignent, 2003 ed. Guy trédaniel

- El-Bassuony A, AbouZid S., Nat Prod Commun. 2010 Jan;5(1):43-5.

A new prenylated flavanoid with antibacterial activity from propolis collected in Egypt.

- Campana R, Patrone V, Franzini IT, Diamantini G, Vittoria E, Baffone W., J Med Food. 2009 Oct;12(5):1050-6.

Antimicrobial activity of two propolis samples against human Campylobacter jejuni.

- Blums MS, Novak AF, Taber S., Science. 1959 Aug 21;130(3373):452-3.

10-Hydroxy-delta 2-decenoic acid, an antibiotic found in royal jelly.

- Viuda-Martos M, Ruiz-Navajas Y, Fernández-López J, Pérez-Alvarez JA., J Food Sci. 2008 Nov;73(9):R117-24.

Functional properties of honey, propolis, and royal jelly.

- Axelsson I., Arch Dis Child Educ Pract Ed. 2009 Jun;94(3):96.

Honey, not dextromethorphan, was better than no treatment for nocturnal cough in children with upper respiratory infections.

- Wu J, Omene C, Karkoszka J, Bosland M, Eckard J, Klein CB, Frenkel K., Cancer Lett. 2011 Sep 1;308(1):43-53.

Caffeic acid phenethyl ester (CAPE), derived from a honeybee product propolis, exhibits a diversity of anti-tumor effects in pre-clinical models of human breast cancer.

- Watanabe MA, Amarante MK, Conti BJ, Sforcin JM., J Pharm Pharmacol. 2011 Nov;63(11):1378-86.

Cytotoxic constituents of propolis inducing anticancer effects: a review.

- B. E. Banks, C. E. Dempsey, C. A. Vernon, J. A. Warner, and J. Yamey, Br J Pharmacol. 1990 February; 99(2): 350-354.

Anti-inflammatory activity of bee venom peptide 401 (mast cell degranulating peptide) and compound 48/80 results from mast cell degranulation in vivo.

- Park C, Lee DG., Biochem Biophys Res Commun. 2010 Mar 26;394(1):170-2.

Melittin induces apoptotic features in Candida albicans.

UN RUCHER



ADASTA

Adhésions et Abonnements

Adhésions à titre individuel : 30 €

Adhésions à titre collectif : 80 €

L'adhésion donne droit à la revue Auvergne-Sciences, à des réductions sur les locations et les achats, à des invitations aux conférences et aux visites d'entreprises (une participation aux frais peut être demandée lors de certaines visites).

Permanences - elles sont assurées par les bénévoles:

lundi de 14h à 17h, mercredi de 9h à 12h

En cas d'absence laisser un message sur répondeur ou E-mail.

Adresser le courrier: **ADASTA,**

Centre Riche-Lieu

13 rue Richelieu - 63400 Chamalières

Siège social

10 rue de Bien-Assis - 63000 Clermont-Ferrand

Tél. 04 73 92 12 24

E-mail : adasta@wanadoo.fr

Site internet : www.adasta.fr

Dépôt légal décembre 2012 - N° ISSN - 1166-5904

LA TRICROMIE LA SYNTHÈSE DES COULEURS

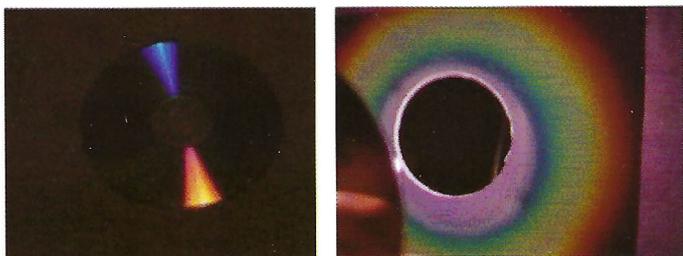
PAR ROLAND FUSTIER

Nous pouvons à partir de trois couleurs obtenir toutes les couleurs visibles par l'oeil dont la somme constitue la lumière blanche par synthèse additive.

Rappel : la lumière blanche peut être décomposée par un prisme ou un réseau.

Un CD, de par sa structure, constitue un réseau circulaire - placé sur le sol sous une lampe nous voyons deux tranches colorées.

- nous pouvons obtenir un halo simulant l'arc en ciel en approchant le CD d'un écran dans lequel nous avons découpé un disque de la taille du CD. Une lampe dépolie est placée à environ 50 cm derrière l'écran.

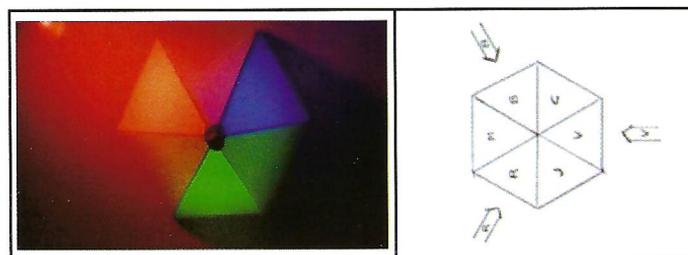
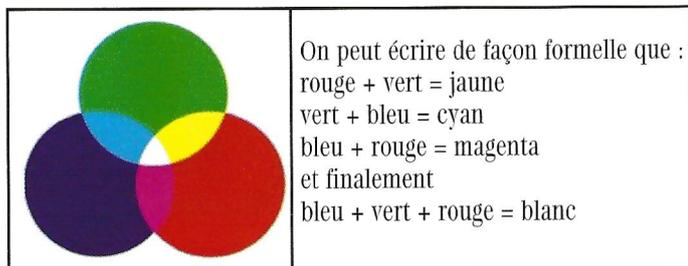


La synthèse additive

Les expériences conçues par Roland Jouanisson⁽¹⁾ utilisent trois petits projecteurs (rouge, vert et bleu), un cône, une colonne et des pyramides à trois ou six faces.

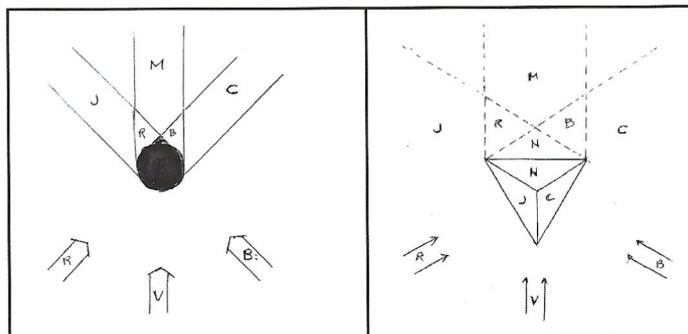
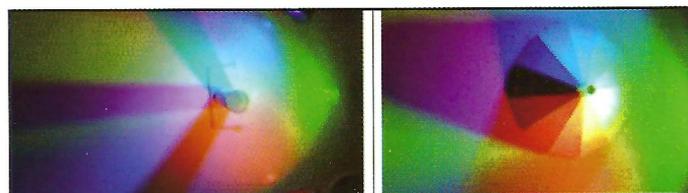
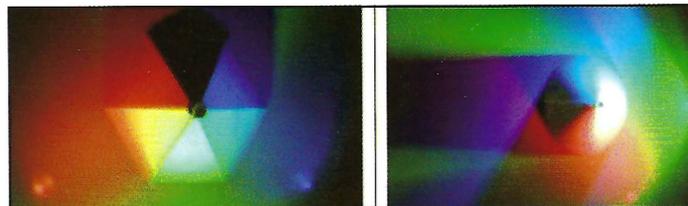
Expérience 1 : les trois projecteurs éclairent une face sur deux de la pyramide à 6 faces

Une face sur deux est éclairée seulement par un projecteur. Les autres faces reçoivent la lumière de deux projecteurs.



Expérience 2 : Les ombres et les couleurs complémentaires

Les trois projecteurs éclairent une colonne selon un angle de 60° entre eux. La couleur des ombres dépend de la ou des couleurs absentes.

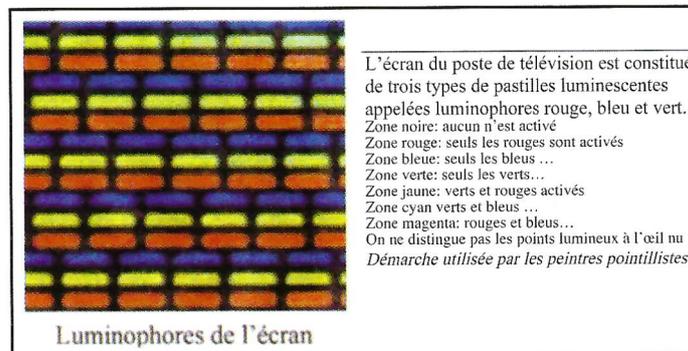


L'addition de deux couleurs complémentaires donne du blanc

- jaune couleur complémentaire du bleu
- cyan couleur complémentaire du rouge
- magenta couleur complémentaire du vert.

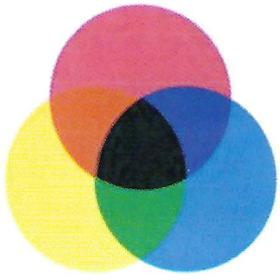
La télévision une application très importante de la trichromie additive

L'écran du poste de télévision est constitué de trois types de luminophores (rouges, bleus et verts).
regarder à la loupe



⁽¹⁾ Roland Jouanisson décédé en 2004 a été directeur scientifique de l'Adasta, conseiller au Palais de la Découverte et chargé de la préparation du CAPES à l'Université Blaise Pascal

La synthèse soustractive



La superposition des filtres cyan et magenta donne du bleu magenta et jaune donne du rouge jaune et cyan donne du vert. La superposition des trois filtres donne du noir.

Une surface colorée éclairée avec sa couleur complémentaire apparaît noire.

Exemples :

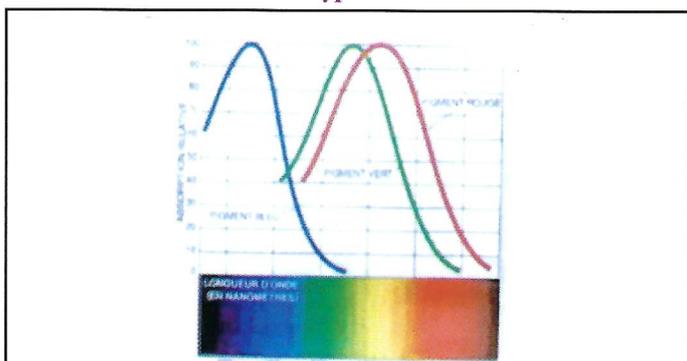
- un objet rouge (tomate) éclairé par une lumière cyan
- un objet vert (pomme) éclairé par une lumière magenta
- le rouge éclairé par le jaune ou le magenta reste rouge.
- Le vert éclairé par le jaune ou le cyan reste vert.

Remarque: Un objet n'a pas de couleur propre. Celle-ci est plutôt une sensation qui se forme dans le cerveau après transmission d'informations par la rétine.

Possibilité de télé télécharger deux logiciels gratuits

Visio Lab et Chroma

L'absorbance des trois types de cônes de la rétine



La rétine est constituée de bâtonnets et de trois types de cônes. Sensibles seulement à l'intensité lumineuse les bâtonnets sont sollicités essentiellement pour la vision nocturne. La sensibilité maximale de chaque type de cônes dépend des pigments présents et correspond à des longueurs d'onde différentes.

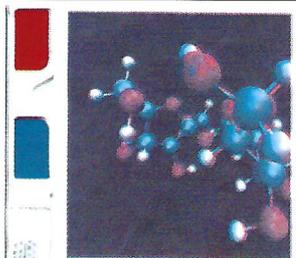
Le daltonisme est dû à l'absence de pigment pour un type de cône. Ceci justifie l'utilisation de la trichromie pour restituer les couleurs.

Remarque importante

Les plasticiens ont une autre définition des couleurs:

- couleurs primaires : rouge, jaune et bleu
- couleurs secondaires : vert, orange et violet *mélange de deux couleurs primaires*
- couleurs tertiaires : *mélange d'une couleur primaire et secondaire*
- les couleurs complémentaires : jaune/pourpre, rouge/vert, bleu/orange.

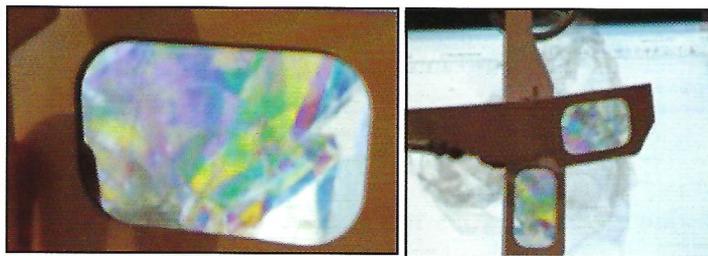
Ce sont les mélanges de peintures qui ont conduit à ces définitions alors que les physiciens les ont définies à partir des mélanges de lumière et de l'utilisation de filtres colorés.



Pour la vision en 3D on utilise des filtres colorés rouge et cyan pour la prise de vue stéréoscopique et les lunettes avec les mêmes filtres pour la vision.

On peut aussi obtenir des couleurs avec deux films polarisants entre lesquels on intercale des rubans de scotch ou du papier de fleuriste incolore froissé!

Les lunettes vision 3D et l'écran de l'ordinateur remplacent les films polarisants



Absorption et diffusion par un liquide coloré

La couleur de la lumière diffusée est complémentaire de la couleur transmise:



Le ciel est bleu alors que le soleil est jaune.

Le soleil est blanc pour les astronautes hors atmosphère car il n'y a pas de diffusion.

La diffusion est possible lorsque la taille des particules est très petite devant la longueur d'onde

Elle est inversement proportionnelle à λ^4

Rappelons que les longueurs d'onde sont pour le bleu $440 \text{ nm} < \lambda < 500 \text{ nm}$ et pour le rouge $\lambda < 650 \text{ nm}$.

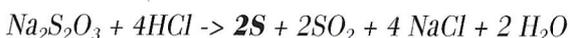
Les molécules d'oxygène et d'azote dont la taille est de l'ordre de quelques nanomètres diffusent donc davantage la lumière bleue.

Le soleil couchant devient de plus en plus rouge au fur et à mesure que le trajet dans l'atmosphère est plus long à cause du déficit de lumière bleue.

- les nuages sont blancs car les petites particules d'eau ont une taille de l'ordre du micron et donc diffusent tout le spectre de la lumière visible.

On peut simuler et vérifier en plaçant sur le rétroprojecteur un verre d'eau auquel on ajoute progressivement quelques gouttes de lait.

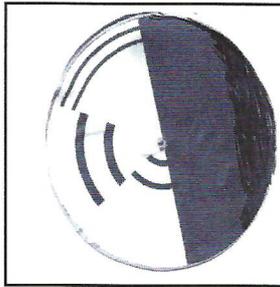
On peut suivre aussi le changement de couleurs du ciel et du soleil avec la réaction lente entre une solution de thiosulfate de sodium et une solution de l'acide chlorhydrique.



La diffusion est due à l'apparition lente de particules de soufre.

Les couleurs subjectives de Fechner-Benhain

On fait tourner un disque avec un secteur noir et un secteur blanc contenant des portions d'anneaux noirs.



Les anneaux n'apparaissent pas gris mais colorés. La couleur change avec la vitesse de rotation. L'ordre des couleurs (bleu-vert et jaune rouge) peut se renverser avec le sens de rotation.

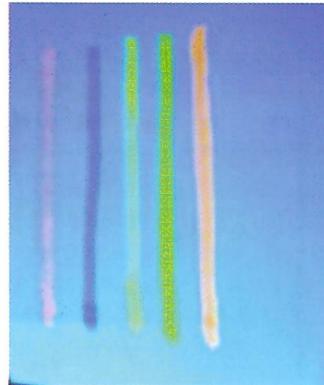
L'impression produite par un objet lumineux sur la rétine persiste pendant un temps différent selon la couleur. Le temps de réaction des pigments contenus dans les cônes n'est pas homogène.

La Fluorescence

Transformer les ultraviolets en lumière visible: éosine, fluorescéine, schweppes, stabylos (surligneurs), mercure au chrome dilué, agents azurants dans les papiers ou chemises blanches. A défaut d'une lampe UV type détecteur de faux billets une lampe de LED bleue permet de montrer également le phénomène.



Récipients contenant de la fluorescéine, du schweppes et de l'éosine



Traces de "stabylos" ou surligneurs



Le stylo magique de Vulcania : une diode UV éclaire le tableau fluorescent



Billet de 10 €

Les substances fluorescentes absorbent des rayonnements ultraviolets dans le proche invisible et les réémettent sous forme de rayonnements dans le domaine du visible.

La fluorescéine plutôt orange à la lumière solaire devient verte sous les UV.

Certaines lessives contiennent des molécules fluorescentes ce qui fait dire «qu'on lave plus blanc que blanc !».

L'absence de ces produits dans le papier journal contrairement au bristol des cartes de visite contribue à son jaunissement.



Les timbres-poste des années 80 et 90 avaient deux bandes fluorescentes pour le tarif normal et seulement une bande pour le tarif réduit.

L'éclairage par des ultraviolets permettait de faire le tri.

Les produits fluorescents contiennent des cycles aromatiques (alternance de simples et doubles liaisons) par exemple la quinine présente dans le schweppes, le canada dry...

E l'énergie du photon,

h la constante de Planck,

v la fréquence

c la vitesse de la lumière

L'énergie des photons reçus $E_r = h\nu_r$ est supérieure à celle des photons émis $E_e = h\nu_e$

Une partie de l'énergie est absorbée par ces produits

$\lambda = c/\nu$ donc $E_e < E_r \Rightarrow \lambda_e > \lambda_r$ les longueurs d'onde émises peuvent être dans le visible alors que les longueurs d'onde reçues sont dans l'ultra-violet.

- Les tubes du commerce sont tapissés à l'intérieur d'une poudre fluorescente et contiennent un gaz, souvent de l'argon, et de la vapeur de mercure. Les décharges entre les électrodes excitent le mercure qui émet des U.V. La poudre, le plus souvent des silicates et aluminates, déposée à l'intérieur du tube devient fluorescente sous l'action des UV.

Nota: un N° spécial de la revue de l'Adasta publié en juin 2001, dont quelques exemplaires sont encore disponibles, était consacré aux couleurs.



LES NANOTECHNOLOGIES DANS L'ARTISANAT ANCIEN

FRÉDÉRIC CHANDEZON

CHERCHEUR AU LABORATOIRE D'ÉLECTRONIQUE MOLÉCULAIRE, ORGANIQUE ET HYBRIDE, UMR5819-SPRAM (CEA/CNRS/UJF),
INSTITUT NANOSCIENCES ET CRYOGÉNIE (INAC) • CEA-GRENOBLE
17, RUE DES MARTYRS, F-38504 GRENOBLE CEDEX 9, FRANCE.

Résumé :

Les termes nanosciences et nanotechnologies* - le monde de l'infiniment petit - évoquent en général les développements de la science moderne avec tous les débats et interrogations qui sont plus particulièrement rattachés à ce domaine. Or plusieurs exemples issus des arts appliqués montrent que les artisans des siècles passés étaient parfois des nanotechnologues qui s'ignoraient. Par le passé, des nanoparticules furent utilisées à des fins décoratives dans les arts du feu (verrerie, céramique). Le verre « rubis » ou verre teinté en rouge par l'incorporation de nanoparticules d'or dans une matrice de verre est connu depuis l'époque romaine et le moyen-âge. Après une période d'oubli, le secret de ce « verre rubis » fut redécouvert par le verrier orléanais Bernard Perrot (1640-1709). Un deuxième exemple abordé porte sur la décoration de céramiques (faïence, porcelaine) au XVIII^e siècle à l'aide du pourpre de Cassius, également à base de nanoparticules d'or, et qui permit d'obtenir toute une palette de tons allant du rose au pourpre qui restait inaccessible jusqu'alors. D'autres exemples sont également mentionnés.

Texte de l'article

Quand on parle de nanosciences et de nanotechnologies, cela évoque en général la révolution scientifique et technologique annoncée pour le XXI^e siècle, fruit de l'avancée du savoir et des techniques accumulées au cours du siècle précédent. On ignore de fait que nos ancêtres s'interrogeaient déjà sur la matière lorsqu'elle est finement divisée et qu'en parallèle des artisans ont produit, en général sans le savoir, des nanomatériaux qui leur permettaient d'obtenir des effets visuels particuliers en verrerie ou en céramique, et ce depuis l'époque romaine. Voici quelques exemples pour illustrer ce propos.

Le premier concerne l'usage de nanoparticules métalliques (or, argent, cuivre,...) pour teinter du verre dans la masse. Lorsque des nanoparticules métalliques sont dispersées dans une matrice de verre, elles agissent comme un filtre en absorbant une partie de la lumière du spectre visible du fait de la résonance plasmon. Cette résonance plasmon correspond à une oscillation collective des électrons de conduction de la nanoparticule sous l'effet du champ électrique de la lumière incidente (Figure 1 et référence [1]). Cette résonance se produit à des longueurs d'onde de la lumière qui dépendent du métal dont sont composées les nanoparticules ainsi que de la taille et de la forme des nanoparticules. Lorsque ces nanoparticules sont incluses dans une matrice de verre, il en résulte une teinte du verre spécifique de la taille et de la composition des nanoparticules. Un exemple célèbre est la coupe romaine dite "de Lycurgue", datée du IV^e siècle après J.C. et conservée actuel-

* Les nanotechnologies traitent de l'étude des objets dont la dimension est de l'ordre du nanomètre (millième de micron). Chargé de la préparation du CAPES à l'Université Blaise Pascal

Figure 1

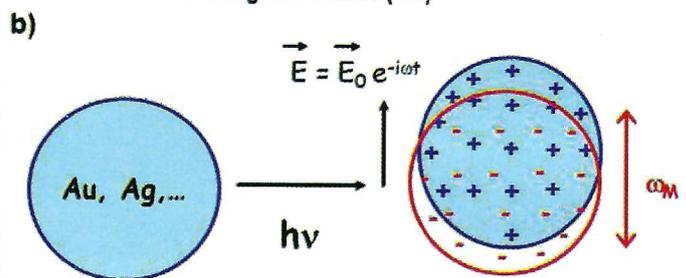
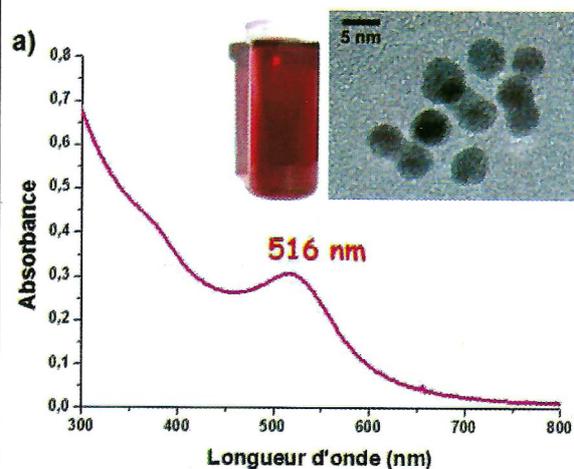


Figure 1. Résonance plasmon dans des nanoparticules d'or. Haut : spectre d'absorption d'une solution colloïdale de nanosphères d'or de 5 nm de diamètre. Le pic observé dans le spectre d'absorption correspond à la résonance plasmon. En encart, photographie d'une solution colloïdale de nanoparticules d'or (source Wikipedia) et cliché de microscopie électronique à transmission (MET) de telles nanoparticules.

Bas : représentation schématique de la résonance plasmon. Sous l'effet du champ électrique de l'excitation lumineuse, le nuage des électrons de valence oscille de manière collective par rapport au réseau d'ions Au⁺. La position spectrale de la résonance plasmon dépend du métal, de la taille et de la forme des nanoparticules.

lement au British Museum à Londres [2]. La coupe est faite de "verre rubis" qui contient des nanoparticules d'or d'une taille inférieure à 20 nm ce qui donne une teinte rouge à la coupe lorsqu'on l'observe en transmission, en plaçant une source de lumière à l'intérieur. A noter, que lorsque la coupe est éclairée par une source lumineuse située à l'extérieur de la coupe, elle apparaît verte, ce qui en fait un des premiers exemples connus de verre dichroïque.

Le procédé de fabrication consiste à introduire dans la composition du verre des sels métalliques. La pâte de verre est d'abord cuite vers 1400°C puis subit une trempe rapide pour atteindre la température ambiante : le verre est alors incolore. Ce n'est que lors d'un recuit vers 500-700°C que les atomes de métaux contenus dans le verre s'agglomèrent en nanoparticules [3]. Toute la difficulté consiste à contrôler la taille de ces nanoparticules qui détermine la teinte du verre.

Il est remarquable de penser que dès l'époque romaine, les verriers avaient atteint un degré de maîtrise suffisant pour obtenir des objets de la qualité de la coupe de Lycurgue. Ce procédé a par ailleurs été utilisé à l'époque médiévale pour obtenir certaines teintes de rouge dans les vitraux d'église ou de cathédrales^[4]. Ainsi, les verres rouges des vitraux de la Sainte-Chapelle à Paris (XIII^e siècle) tirent-ils leur coloration de nanoparticules de cuivre^[5]. Il est donc probable qu'il en soit de même pour les vitraux du déambulatoire de la cathédrale de Clermont-Ferrand qui proviendraient du même atelier que ceux de la Sainte-Chapelle. Ces vitraux rouges sont en général constitués de verre doublé, c'est-à-dire d'une couche de verre teinté en rouge par des nanoparticules doublée d'une couche de verre incolore de manière à obtenir du verre teinté d'épaisseur suffisante sans être trop absorbant.

Une autre teinte du verre due à des nanoparticules métalliques est le jaune d'argent^[6]. La découverte du procédé pour l'obtenir peu avant 1300 constitua une innovation technique majeure dans l'art du vitrail. Il semble qu'il était connu en Egypte depuis le X^e siècle avant J.C. mais qu'il fut redécouvert de manière fortuite par des artisans verriers parisiens. Il repose sur la technique de cémentation : un sel d'argent est déposé localement à la surface du verre sur les zones à colorer puis sous l'action d'un traitement thermo-chimique (recuit en atmosphère réductrice), les atomes d'argent s'agrègent en nanoparticules dans une couche de faible épaisseur. Ce sont ces nanoparticules d'argent qui du fait de l'effet plasmonique mentionné plus haut sont à l'origine de la coloration du verre. La teinte varie du jaune citron clair à l'orangé profond suivant le temps de cuisson du verre (et donc suivant la taille des nanoparticules). Un atout majeur de ce procédé est que la coloration obtenue est locale, là où le sel d'argent a été appliqué par le peintre verrier. Aucune étape coûteuse de découpe du verre et de sertissage dans un entourage en plomb n'est donc nécessaire comme c'est le cas pour les autres verres colorés utilisés dans les vitraux. Par ailleurs, le procédé permet un traitement pictural de grande finesse.

Après sa découverte, il fut largement utilisé tout au long du moyen-âge et à la renaissance. Le plus ancien exemple connu et daté de manière certaine est le vitrail avec Saint-Pierre et un donateur daté 1313 et conservé dans l'église Saint-Pierre du Mesnil-Villeman (Manche) en Normandie^[7]. Un autre exemple célèbre et magistral du jaune d'argent est constitué par la série des vitraux (1541-1544) réalisés pour la Galerie de Psyché du château d'Ecouen, propriété à l'époque du Connétable de Montmorency. Ces vitraux en grisaille relevés au jaune d'argent racontent les amours de Cupidon et de Psyché, tirés du roman *L'Ane d'Or* du romain Apulée (II^e siècle après JC). Ils sont actuellement conservés dans les collections du Musée Condé à Chantilly^[8].

Le secret de fabrication du «verre rubis» coloré par des nanoparticules d'or, bien que connu dans l'antiquité (voir l'exemple de la Coupe romaine de Lycurgue mentionné plus haut) semble avoir été plus ou moins perdu à la Renaissance. Sa redécouverte au XVII^e siècle est traditionnellement attribuée au chimiste et maître verrier allemand Johann von Löwenstern Kunckel (vers 1620-1638, 1703) qui publia en 1679 *L'Arts Vetraria Experimentalis, oder Volkommene Glasmacherkunst* (Francfort et Leipzig) ce qui signifie l'Art Expérimental du Vitrail^[9]. Dans cet ouvrage, Johann Kunckel fait référence au procédé de fabrication du verre rubis, procédé qu'il mettra en oeuvre à la manufacture de verre de Postdam au service de l'électeur de Brandebourg, Frédéric Guillaume de Brande-

bourg. Mais il semble que la paternité de la redécouverte au XVII^e du procédé de fabrication du verre rubis revienne au français Bernard Perrot (1640-1709)^[10]. Cet artisan verrier de naissance italienne, à l'origine d'innovations majeures dans les techniques du verre, se voit ainsi accorder le 7 décembre 1668 un privilège pour «[...] teindre le verre en couleur rouge transparente & dans sa substance, invention qui aurait été usitée par les anciens; mais qui se serait depuis perdue & n'aurait point été retrouvée jusques à présent». Dans l'état actuel des connaissances, il semble que ce premier procédé mis au point par Perrot soit distinct de celui de Kunckel. Bernard Perrot fabriqua des éléments décoratifs en verre rubis pour le compte des verreries royales d'Orléans tel cet élément d'un surtout de table représentant un dauphin et actuellement conservé au musée Dobrée à Nantes (Figure 2).

Figure 2



Figure 2. Résonance plasmon dans des nanoparticules d'or. Pièces de surtout de table attribuée à Bernard Perrot (dernier tiers du XVII^e -début XVIII^e siècle). Verre soufflé et moulé, transparent et rouge. Cliché Chantal Hémon, musée Dobrée, Conseil général de Loire-Atlantique - Nantes - France.

Il faut signaler que certains des procédés de coloration du verre par des nanoparticules mentionnés ci-dessus sont encore utilisés pour la verrerie d'art.

Un autre exemple d'application des nanoparticules dans les arts décoratifs est l'or colloïdal ou "pourpre de Cassius" utilisé depuis le XVIII^e siècle pour décorer en teintes rose ou rouge des faïences et porcelaines^[11,12]. Le pourpre de Cassius est un colloïde contenant une dispersion de nanoparticules d'or agglomérées avec de l'oxyde d'étain SnO₂. Il est préparé par dissolution de poudre d'or dans de l'eau régale (un mélange d'acides chlorhydrique et nitrique). En ajoutant de l'étain et en chauffant la solution, l'or précipite sous forme de nanoparticules et on obtient ainsi une solution rouge dont la teinte précise dépend de la taille des nanoparticules pour les raisons évoquées plus haut.

La découverte du pourpre de Cassius est attribuée au médecin Andréas Cassius au XVII^e siècle et fut publiée par son fils dans le livre *De Auro* (Hamburg, 1685)^[9].

Le pourpre de Cassius fut utilisé pour la décoration de porcelaines dès 1719 à la manufacture de Meissen en Allemagne^[9]. Il permettait d'obtenir toute une palette de roses et de rouges. La couleur était appliquée sur la porcelaine cuite et recouverte d'un émail (ou "couverte") puis fixée à une température plus faible car elle ne résiste pas aux températures de cuisson de la porcelaine : c'est la technique dite du "petit feu"^[11]. L'utilisation du pourpre de Cassius en céramique se répandit en Europe et arriva en France vers le milieu du XVIII^e siècle où il fut notamment utilisé à la Manufacture de Sèvres et dans de grands centres faïenciers comme Strasbourg, Marseille et Sceaux. En France, l'orfèvre Antoine Salomon Taunay se spécialisera dans la fabrication du pourpre de Cassius et fera fortune en devenant le fournisseur attitré en pourpre auprès de la Manufacture Royale de Sèvres : il vendait en effet 1,5 kilogramme de pourpre au prix de 1 kg d'or. A titre d'anecdote, une variante à base de ce pourpre est le rose Pompadour mis au point en 1757 par le peintre Philippe Xrouet (1725-1775) et nommé ainsi en l'honneur de la favorite de Louis XV protectrice de la manufacture royale de Sèvres. Plus tardif mais dans la même veine est le rose du Barry mis au point en l'honneur de la dernière maîtresse de Louis XV. Une célèbre pendule à la du Barry est ainsi conservée dans les collections de la Villa Ephrussi de Rothschild à Saint-Jean Cap Ferrat sur la Côte d'Azur. Le plat en faïence du XVIII^e siècle présenté en Figure 3 est un bel exemple d'utilisation du pourpre de Cassius en céramique. Il provient d'une manufacture de faïence marseillaise et est conservé au musée des Beaux-arts à Vienne (Isère). Les teintes rouge et rose des pétales de fleurs ont été obtenues grâce à ce colorant. Parallèlement à ces développements en Europe, le pourpre de Cassius sera introduit en Chine par les jésuites où il fut abondamment utilisé à partir de 1723 pour décorer les porcelaines dites de la "famille rose". Il est toujours utilisé dans certaines manufactures de porcelaines (Sèvres, Meissen,...).



Figure 3. Résonance plasmon dans des nanoparticules d'or. Plat en faïence à décor de petit feu polychrome, manufacture de la Veuve Perrin, Marseille, XVIII^e siècle. Les teintes rouge et rose des pétales de fleurs ont été obtenues grâce au pourpre de Cassius. Musées de Vienne (Isère).

Un dernier exemple d'usage de nanomatériaux toujours dans le domaine de la céramique est le décor dit de lustre métallique^[13]. Ce décor donne des effets visuels variables suivant l'angle d'observation avec pour certaines directions une apparence métallique imitant l'or ou encore rouge, verte, violette ou bleue. Cette apparence est due à la présence de nanoparticules colloïdales d'argent et de cuivre en proportions variables dans la matrice vitreuse de la glaçure qui recouvre la céramique. C'est l'interaction de la lumière avec ces nanoparticules qui donne ces effets optiques si particuliers. La technique du lustre métallique fut découverte en Irak au IX^e siècle après J.C. et fut utilisée depuis lors dans le monde arabe pour la décoration de verrerie et de céramiques. Elle eut un grand succès car elle permettait d'obtenir une vaisselle aux reflets d'or et d'argent à un coût en apparence moindre, car c'était une technique très délicate réservée à des ateliers qualifiés. La technique du lustre métallique a été introduite par les arabes en Espagne au XII^e siècle et développée après la reconquête dans la région de Valence où elle fut utilisée jusque dans le courant du XX^e siècle. D'Espagne, la technique parvint en Italie où elle fut utilisée aux XV^e et XVI^e siècles pour décorer les majoliques produites dans les centres céramiques d'Italie centrale. La décoration de lustre métallique peut être monochrome ou polychrome pour les pièces les plus prestigieuses. Le plat hispanomauresque présenté en Figure 4 est un bel exemple des effets visuels qu'il est possible d'obtenir avec cette technique de décoration.



Figure 4. Plat hispano-mauresque à décor de lustre métallique, Valence, Espagne, fin XV^e- début XVI^e siècle. Musée de Vienne (Isère).

En conclusion, ces exemples nous montrent certaines possibilités des nanomatériaux que surent exploiter des artisans des siècles passés pour obtenir des effets décoratifs particuliers. Bien sûr, ces artisans ignoraient qu'ils manipulaient déjà des nanomatériaux même si certains en eurent l'intuition notamment dans le cas du pourpre de Cassius. La compréhension des phénomènes ne viendra que plus tard avec les travaux précurseurs de Michael Faraday sur les colloïdes d'or (1857) et les développements théoriques de Gustav Mie pour expliquer la résonance plasmon au début du XX^e siècle^[14,15]. L'étude de la structure du pourpre par le chimiste autrichien Richard Zsigmondy (1865-1929) et pour laquelle il développa l'ultramicroscope lui vaudra le prix Nobel de chimie en 1925^[17]. Mais ceci est une autre histoire.

REMERCIEMENTS

L'auteur remercie Monsieur Patrick Porte, conservateur du Musée Dobrée (Nantes) ainsi que Monsieur Sébastien Gosselin, conservateur des Musées de Vienne (Isère), pour leur aide lors de la préparation de cet article.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) F. Chandezon : « *Nanosciences et nanotechnologies : des objets à quelques exemples d'applications* », Bulletin de l'ADASTA, N°65, p 18-29, mars 2007.
- (2) http://www.britishmuseum.org/explore/highlights/highlight_objects/pe_mla/t/the_lycurgus_cup.aspx
- (3) F.E. Wagner, S. Haslbeck, L. Stievano, S. Calogero, Q.A. Pankhurst et K.P. Martinek: « *Before striking gold in gold ruby glass* », Nature, vol. 407, p. 691-692 (2000).
- (4) R. Jouanisson : « *Les verres colorés et leur histoire* », dans « *Couleurs* », Auvergne Sciences, p 19-24, juin 2001.
- (5) P. Colombar : « *La Sainte-Chapelle au laser* », La Recherche, N°398, p 68- 73, juin 2006.
- (6) C. Lautier « *Les vitraux* » dans « *L'art au temps des rois maudits : Philippe le Bel et ses fils 1285-1328* », Editions de la Réunion des Musées Nationaux, Paris (1998).
- (7) <http://lemesnilvilleman.sitego.fr/l-eglise-du-mesnil-villeman.html>

- (8) <http://www.chateaudechantilly.com/domaine-de-chantilly/>
- (9) L.B. Hunt : « *The true story of purple of Cassius : the birth of gold-based glass and enamel colours* », Gold Bulletin, vol. 9, p.134-139 (1976).
- (10) « *Bernard Perrot (1640-1709) : secrets et chef-d'oeuvre des verreries royales d'Orléans* », Somogy éditions d'art et Musée des Beaux-Arts d'Orléans (2010).
- (11) A. Faÿ-Hallé et C. Lahaussais : « *Le grand livre de la faïence française* », Office du Livre, Fribourg 1986).
- (12) A. d'Albis : « *Le secret de la porcelaine tendre redécouvert* », L'Estampille L'Objet d'Art, N°287, p.20-51 (Janvier 1995).
- (13) J. Pérez-Arantegui, J. Molera, A. Larrea, T. Pradell, M. Vendrell-Saz, I. Borgia, B.G. Brunetti, F. Cariati, P. Fermo, M. Mellini, A. Sgamellotti et C. Viti: « *Luster pottery from the thirteenth century to the sixteenth century: a nanostructured thin metallic film* », J. Am.Ceram.Soc., vol.84, p. 442-446 (2001).
- (14) M. Faraday: « *Experimental relations of gold (and other metals) to light* », Philosophical Transactions of the Royal Society of London, vol. 147, p. 145- 181 (1857).
- (15) G.Mie: « *Beiträge zur optik Medien, speziellkolloidaler Metallösungen* », Annalen der Physik, vol.25, p. 329-445 (1908).
- (16) R. Zsigmondy: « *Properties of colloids* », conference Nobel, 11 décembre 1926.

ACTIVITÉS DE L'ADASTA

Sorties et Conférences de l'ADASTA

Conférences 2013:

Mercredi 23 janvier	17h30	Le calcul numérique	Francis ASPORD
Mercredi 13 février	17h30	La Foudre	Raymond PICCOLI
Mercredi 6 mars	17h30	Le blé dans l'alimentation humaine,	Catherine FEUILLET
Mercredi 24 avril	17h30	L'arc-en-ciel	Sylvain HOUARD
Mercredi 22 mai	17h30	Les abeilles	Frédéric DELBAC
Mercredi 12-juin	17h30	Neurones, potentiel d'action et environnement neuronal	F. DURIF
Mercredi 11 septembre	17h30	Pouvoirs et mystères du cerveau	Jean CHAZAL

Sorties-visites

Mercredi 16 janvier 10h et 14 h	Chantier VERNEA (incinérateur)	Clermont Fd
A définir Journée	Centrale 3CB	03 Bayet



LA TRILOGIE DE LA VAPEUR, VERSION ADASTA.

PAR FRANCIS ASPORD
MEMBRE DE L'ADASTA, INGÉNIEUR ECP
PHOTOS DANS LE TEXTE DE BERNARD SCHAFTER

Préambule : Embauché à la SNCF en 1976 au service de la traction sur le réseau Est, je garde un souvenir ému de cette période magique où j'étais d'astreinte à la maison 1 semaine sur 4, où nous sortions le wagon de secours tous les 2 jours pour aller relever des wagons déraillés (dans les triages rassurez-vous, pas en pleine ligne), par -20°C la nuit, avec triples chaussettes, caleçons longs, cagoule etc...Eh oui, je suis un tractionnaire !

Ça explique, à coup sûr, mon obsession de l'heure «pétante».

Acte 1 : Conférence de M. Rasserie, cadre supérieur honoraire de la SNCF, ancien tractionnaire, sur l'histoire des 141R, depuis la commande du général De Gaulle jusqu'à l'arrêt définitif dans les années soixante-dix, en passant par le plan Marshall. Il faut rappeler que 141 signifie 1 essieu porteur avant, 4 essieux moteurs embiellés, 1 essieu porteur arrière. Quant au R c'est un des nombreux types de 141 existants. A la fin de cette conférence nous étions devenus incollables sur les caractéristiques techniques de ces « braves américaines ». Notre bon président de l'ADASTA a quand même réussi à « planter » le conférencier, spécialiste des 141R, par 2 questions qui l'ont laissé sans voix ! Un ange passa. Nous aurons les réponses le lendemain. L'honneur est sauf !

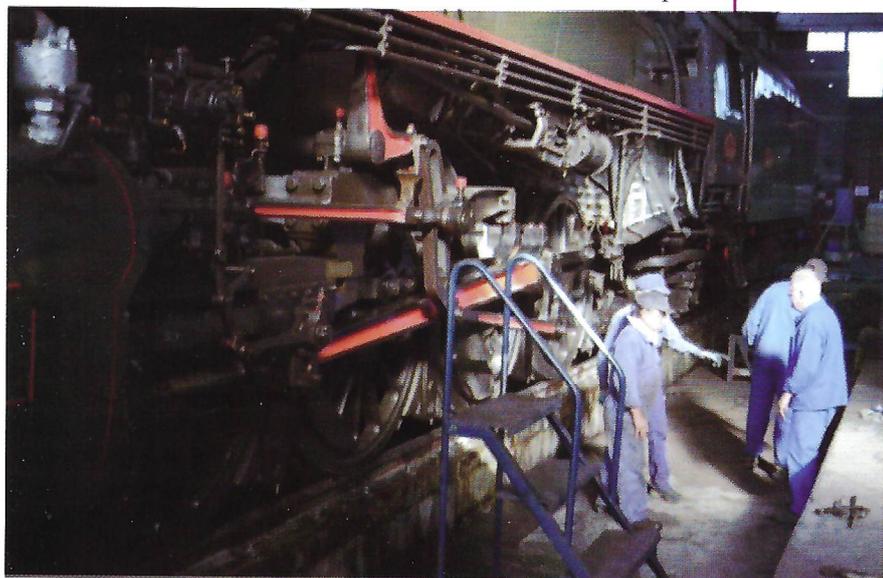
Acte 2 : Visite au dépôt⁽¹⁾ de Clermont-Fd, pour admirer NOTRE 141R420⁽²⁾ chaude. Les passionnés de l'Association 141r420 la bichonnent jour et nuit en ne dormant que



quelques heures, en période touristique, dans un wagon de cantonnement transformé en hôtel-restaurant. Car il faut s'en occuper pire qu'un bébé !

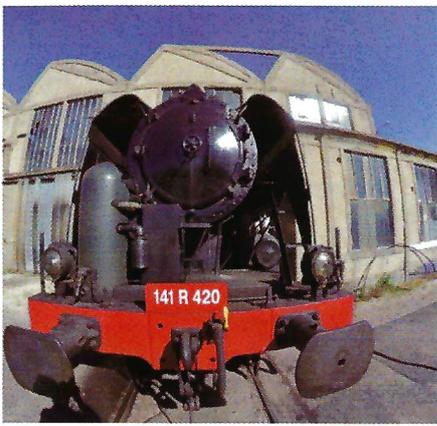
Plusieurs nounous très musclées (mais, il faut bien l'admettre, aux faibles appâts) se relaient comme des abeilles sur du couvain. La mise en chauffe dure plusieurs jours pour limiter les contraintes thermiques. Comment remplir un tender de 13 tonnes de charbon avec un godet de 300kg ? Il faut 44 manœuvres de pont roulant ce qui dure 4 heures et, bien sûr, équilibrer à la main entre chaque godet. Il faut ensuite traiter 45.000 litres d'eau calcaire au «TIA» (Traitement Intégral Armand, du nom de l'ancien directeur de la SNCF, le plus connu de

tous). Ensuite il faut purger les boues. Pendant ce temps d'autres ouvriers "tombent" le cendrier ce qui laisse un gros tas de mâchefer sur la voie qu'il faudra pelleter au retour, quand on rentre fourbu du voyage ! Encore un petit tour de graissage et on en profite pour repérer les fuites de vapeur. Pendant ce temps d'autres encore s'occupent de la rame voyageur : nettoyage, avitaillement du bar, affectation des places, réservation du restaurant de Murat pour 250 couverts. D'autres encore mettent au point, avec la SNCF, l'horaire du train touristique qui doit passer entre les circulations régulières. On est enfin prêt pour le train du lendemain. J'allais oublier la blague traditionnelle entre cheminots, pour se payer la tête du nouvel embauché. Là, un gars me dit que le charbon colombien de la loc est blanc et je réponds, totalement surpris : ah bon ? Dans ma jeunesse j'avais eu droit à une blague plus musclée : j'avais rapporté dans mes bagages, sans jamais m'en rendre compte, un sabot de frein, en fonte, de 10kg, entre le triage de Vaire-sur-Marne et Strasbourg ! Le dernier jour de mon stage ouvrier, un vendredi soir assez tard, j'avais aussi retrouvé ma caisse à outils clouée sur les planches de la fosse de visite avec des pointes de charpentier de 10 cm de long qui servent à fixer le bois des fonds de wagon.



⁽¹⁾ Je précise « dépôt de locomotives » car, quand j'étais un jeune chef de dépôt, en visite chez mon collègue de Miramas, accompagné de ma femme (non mais quelle idée aussi !), celle-ci demanda à un passant l'adresse du «dépôt d'ordure». Je suis resté pétrifié plusieurs minutes avant de reprendre connaissance. Cauchemardais-je ? Allais-je enfin me réveiller ?

⁽²⁾ Il y aura 1300 locs construites et celle-ci est sortie d'usine en position 420. Les 700 premières sont chauffées au charbon, les autres au fuel. La nôtre est la seule «charbon», en France.



Acte 3 : Le grand jour du voyage Clermont-Fd Murat est arrivé. Faire lever, un dimanche, à 5 heures du matin, 250 personnes de 7 à 77 ans, chapeau ! Comme il fait encore nuit on voit le charbon ardent qui tombe dans le cendrier sans discontinuer : c'est franchement beau ! On retrouve cette odeur perdue de notre jeunesse, indescriptible comme toutes les odeurs, mais immédiatement reconnaissable entre toutes : il est certain que ce n'est ni une odeur de fioul ni une odeur de bois. Toujours ponctuel jusqu'à l'obsession je cale ma montre sur l'heure de la gare, à la seconde près. Il est 6h50'00" ! J'ai oublié de prendre mon GPS pour avoir l'heure officielle mondiale, mais un ancien collègue, à la montre radio-pilotée, nouveau membre de l'ADASTA et photographe officiel de la sortie, me confirme que l'horloge de la gare est bien à l'heure.

Le départ est prévu à 7h20'00". Les 3 compartiments réservés pour notre groupe se remplissent et à 7h19' 50", comme un seul homme, tout le monde entame le décompte final, évidemment sans y croire une seule seconde ! (bravo pour le jeu de mot) 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0...et, à la stupeur générale, le train s'ébranle ! La ponctualité suisse de la vieille garde SNCF est aux commandes ! Le voyage est sans histoire. Les chemisiers blancs de nos charmantes accompagnatrices se couvrent, lentement mais sûrement, d'une fine couche de neige noire ! (on ne m'a pas dit si la neige colombienne est noire) et un mot quasiment inutilisé ressort du dictionnaire dans toutes les conversations : escarbilles à tous les étages ! Retournement de la loc à Neussargues, photos sur le quai etc...

L'arrivée à Murat est poussive. On sent que la vieille loc en bave ! Dans la « cuisine »⁽³⁾ le mécanicien⁽⁴⁾ doit dire à son chauffeur « fais du gaz compagnon » ! Attention on approche d'un tunnel ! Il ne faut pas oublier de mettre le « souffleur » (jet de vapeur directement dans la cheminée), sinon, la voûte est si basse qu'une contre-pression peut vous renvoyer une flamme de 2 m dans la cabine: c'est le fameux retour de flamme, parfois mortel !

A Murat, malheureusement, le groupe est séparé en 2 services de restauration. On en profite pour monter voir la Vierge puis faire une visite en cabine de conduite. Menu diététique

obligatoire : charcuterie, truffade, crème Chantilly !

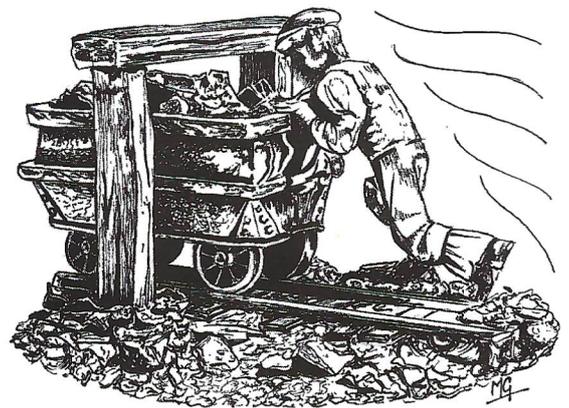
Rien à dire !

Le retour est prévu à 16h00'00". Départ à ?...et oui « pile poil » comme à l'aller ! Vive le climat continental : 8°C le matin, 28°C l'après-midi. Pas de chauffage à l'aller (la loc est vapeur et le chauffage électrique), pas de clim au retour ! (inconnue en France en 1960).

Par contre 23 personnes introverties à l'aller, apeurées par toute cette masse métallique et fumante, coincées, voire guindées par le lourd protocole social en vigueur à la cour d'Henri 1^{er} l'adastien. Au retour ? : « un groupe de potes, soudés pour la vie » !

La trilogie vapeur s'est déroulée exactement comme prévu. Et pourtant je me suis fait du souci : et si la loc vapeur était HS (hors service) pour notre voyage ? Pas de plan B ! La « cata » complète et ma réputation d'organisateur né fichue à tout jamais ! Car il faut savoir qu'elle venait de passer le « timbrage » décennal, c'est-à-dire la mise en pression maximale (15 hPa), après des mois de travaux sur les 200 tubes intérieurs.

Résultat ? Parfait ! grâce au savoir-faire des passionnés de l'association de la 141R420.



Le pousseur de wagonnet
Dessin de Michel Gendraud

(3) La cabine de conduite en argot cheminot.

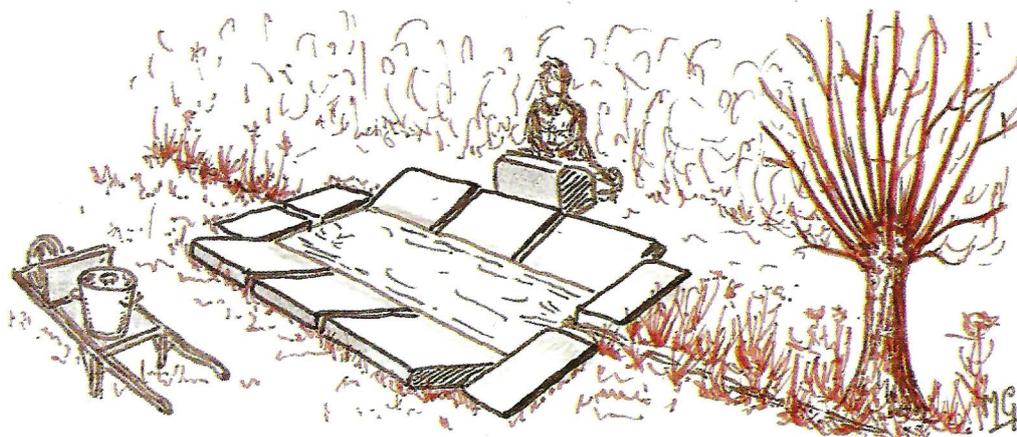
(4) En France « de l'intérieur » les trains circulent à gauche, car le chemin de fer est parti d'Angleterre. Le mécanicien est donc à gauche pour voir les signaux et le chauffeur à droite car il chauffe réellement, il ne fait pas semblant, mais il ne conduit pas, il n'est pas conducteur. Il n'est pas non plus chauffagiste. Evidemment, maintenant, dans la langue courante, tout est mélangé ! Au Québec pratiquement toutes les femmes « chauffent les chars » (voitures) à condition d'avoir une « licence de chauffe » (permis de conduire).

Par contre en Alsace Lorraine les trains roulent à droite, comme en Allemagne, car les lignes ont été construites entre 1870 et 1918. Comment change-t-on de système ? Par un « saute-mouton » (passage supérieur, pont en français courant) entre Avricourt et Nouvel-Avricourt, pile sur l'ancienne frontière. Ah ! l'histoire et la géographie sont, décidément, liées. Précisons, pour finir, que les mécaniciens étaient d'anciens chauffeurs et donc connaissaient parfaitement les rigueurs du métier.

Pour la chauffe à la pelle, c'était donc eux qui ouvraient le « gueulard » (porte de la chaudière) car le chauffeur avait les 2 mains occupées, évidemment. Notre 141R420 dispose d'une alimentation en charbon par « stocker » (vis d'Archimède sans fin), ce qui est plus moderne et plus « cool », mais la pelle est toujours indispensable pour aller dans les coins et bien répartir le charbon sur la grille. Quant au chauffeur, c'est lui qui voyait les signaux dans les virages à droite. Les 2 métiers n'étaient donc pas aussi « étanches » qu'on le croit. C'est pour cela qu'on parlait d'une « équipe de conduite ». En plus ils se voyaient souvent attribuer une loc « à eux » dont ils étaient titulaires et donc entièrement responsables. Lorsqu'elle passait à l'atelier, l'équipe de conduite était donc forcément en repos et donc...avait tout le temps libre nécessaire pour aller surveiller les travaux ! Il faut dire qu'ils ne bénéficiaient pas, comme nous, d'une télévision de qualité qui aurait pu les détourner de leur passion !

HISTOIRES DE PLANTES ET AUTRES ...

PAR MICHEL GENDRAUD (DESSINS ET TEXTES)



UNE HISTOIRE DE CAPLUSSE, L'ION POTASSIUM

C'était un petit lavoir à ciel ouvert, ourlé de liqueur savonneuse aux jours de lessive. L'eau venait de la prairie humide par une rase, traversait le lavoir et gagnait l'étang par une rigole, sous les Frênes.

Caplusse sortit du linge un printemps et rejoignit la rigole. Aspiré par une racine de Frêne, il monta, entraîné par la sève. L'arbre, élagué au mois d'août pour donner sa feuille au bétail, était resté moignon tout l'hiver. Il édifiait maintenant de vigoureux rameaux.

Caplusse aida à la croissance de l'un d'eux qui devint une branche où il séjourna plusieurs années.

Une fin d'été, la branche fut sciée pour donner sa feuille, et la bûche de Caplusse brûla pendant l'hiver.

Alors, il fut mis dans un tonneau percé, avec la cendre. De l'eau l'entraîna en liqueur de potasse, dans une bassine où il fit de la Chimie !

La liqueur, mélangée à la graisse, fut chauffée, remuée, pour réussir la Saponification. La pâte, débitée en cubes, sécha en savon ; sur l'auvent de la cheminée. Quand le savon partit en lessive, Caplusse revint au petit lavoir. Caplusse put-il sortir de ce cycle et rejoindre les anguilles de l'étang, participer à leur influx nerveux et, pourquoi pas, les aider à gagner la mer des Sargasses?

JOUBARBE

«Je fus l'Artichaut des toits, car on me plantait au faite des chaumières pour que je les protège de la foudre. A défaut d'être un paratonnerre, j'ai d'autres particularités intéressantes.

D'abord mes feuilles, dont la disposition, aux intersections de 3 spirales sénestres et de 5 autres dextres, me vaut ce surnom d'Artichaut. Ainsi, les botanistes me dotent d'une phyllotaxie 3:5, et ça me va, car c'est mieux que le jasmin à 2:3 et la Pâquerette à 1:2 ! La germination du Pin affiche 5:8 ?

C'est vrai. En fait l'important est dans 1, 2, 3, 5, 8. C'est le début de la série de Fibonacci, ma phyllotaxie appartient à une série mathématique !

Et puis, je suis une Crassulacée. Ce n'est pas un titre, c'est une manière de vivre. Là où je pousse, je dois économiser l'eau, aussi je n'échange avec l'atmosphère que la nuit. Chaque nuit donc, je prélève le gaz carbonique dont j'aurai besoin le jour venu pour la photosynthèse, et je le stocke dans un acide. Le lendemain, à la lumière, je transforme ma récolte nocturne en sucres. Acides le matin, sucres le soir, ainsi sont les Crassulacées !

Paratonnerre, moi ! Je préfère me référer à la mythologie. Là, je suis «la barbe de Jupiter», d'où le titre que j'ai accepté pour ce texte».

