

AUVERGNE

N° 72 - DÉCEMBRE 2009

Sciences

LES INSTRUMENTS
DU LABORATOIRE
DE LAVOISIER

YERSIN

CURIOSITÉS
ET PHÉNOMÈNES

LES MATHÉMATIQUES
APPLIQUÉES
UN PEU DE GÉODÉSIE

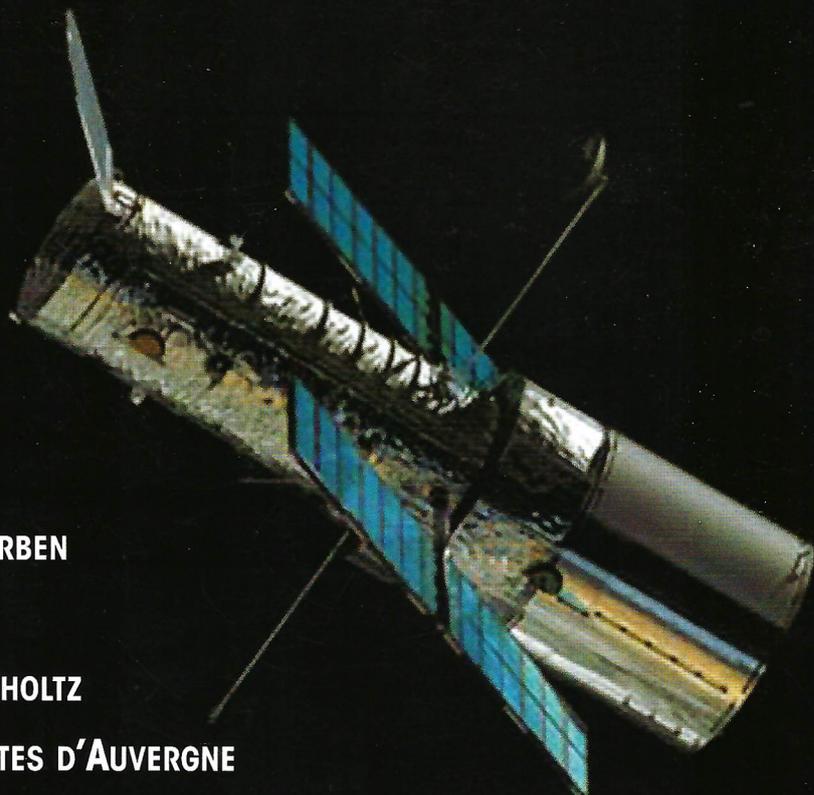
HISTOIRE DE L'IG-FARBEN

LE MONT BAR

HERMANN VON HELMHOLTZ

VITICULTURE DES CÔTES D'AUVERGNE

RÉTROSPECTIVE AMA 09



Revue de l'ADASTA

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

avec la participation du

Conseil Scientifique SERTILLANGES

EDITORIAL

En septembre 2009, pour des raisons personnelles, Monsieur Georges Anton a démissionné de ses fonctions de président de l'ADASTA. Depuis cette date ce sont les deux vice-présidents Pierrette Tourreix et Jean Chandezon qui mettent tout en œuvre pour que l'ADASTA poursuive ses activités scientifiques au service de ses adhérents et des Jeunes Pousses

Pour commémorer le 400^{ème} anniversaire de la première utilisation de la lunette astronomique par Galilée et le 40^{ème} anniversaire du premier pas de l'Homme sur la Lune, les Nations Unies et l'Unesco ont déclaré 2009 Année Mondiale de l'Astronomie (AMA09) en ayant comme but principal d'aider les citoyens du monde à redécouvrir leur place dans l'univers. L'Adasta a tenu à s'associer à cette commémoration : Georges Anton, Henri Bouffard, Alain Borghèse et Bernard Casagraude ayant en charge l'animation de l'astronomie autour du planétarium mobile ont été très actifs, les élèves des Institutions Fénelon et Sainte Thécle, ceux de Chanonat, Saint Sandoux, Gerzat, Royat en ont bénéficié. L'astronomie a été associée à l'art lors de la manifestation peinture et expositions "La Terre dans tous ses états" organisée en juin dernier par l'association Art, Culture et Patrimoine de Chanonat, ainsi que pour l'exposition de peinture sculpture "Ombre et Lumière" de ROYARTS à la mairie de Royat en décembre.

Les amateurs des secrets de l'Univers d'Auvergne se sont unis pour organiser, à VULGANIA, les 72 heures de l'ASTRONOMIE. Cette manifestation, très réussie, a permis d'utiliser des matériels performants et diversifiés, d'échanger les points de vues entre gens passionnés et de faire de splendides observations nocturnes. Nos Jeunes Pousses, ainsi que quelques scolaires, ont bénéficié de ces intéressantes animations.

L'Université Blaise Pascal, la SFEN, le Collectif d'Astronomie de la Région AUVERGNE auquel l'ADASTA s'est jointe ont proposé six conférences qui ont sensibilisé le grand public à la complexité de la toile d'araignée cosmique.

Christian Veillet, Daniel Benest, Guillaume Cannat, François Barbarin, Philippe Robutel nous ont présenté dans leurs différents domaines des notions fondamentales concernant l'Astronomie et l'Astrophysique.

C'est l'astronome de l'Observatoire de Paris, Vincent Coudé du Foresto qui, en Auvergne, a clôturé cette Année Mondiale de l'Astronomie avec la présentation d'une conférence dans la salle municipale du carrefour Europe aimablement prêtée par la municipalité de Chamalières. Après avoir été accueilli par Alain Bresson, Maire adjoint de Chamalières et Conseiller Général, c'est devant plus de 150 personnes que le conférencier dans : "A la recherche de la vie dans l'Univers", a détaillé les technologies existantes, à venir ou futuristes qui permettent de détecter de nouvelles planètes peut-être habitables, et, pourquoi pas habitées.

Depuis Galilée la connaissance de l'Univers s'est profondément enrichie. Qu'en sera-t-il dans 4 autres siècles ? Nous sommes certainement à l'aube d'une période de grandes découvertes, ce que nous connaissons à l'heure actuelle n'est que la partie émergée de l'iceberg de l'inconnu. Espérons qu'avec notre activité associative nous aurons contribué à susciter, chez nos Jeunes Pousses, des vocations nouvelles, certains deviendront peut-être les chercheurs de cet Univers qui nous questionne, nous fascine et nous émerveille. Partiront-ils explorer ces Nouveaux Mondes ? Il est toujours permis de rêver !

En ce début d'année 2010 les vice-présidents, le bureau et le conseil d'administration de l'Adasta vous adressent, à vous et à tous ceux qui vous sont chers, leurs vœux les plus chaleureux et sincères. Que cette nouvelle année réponde à vos attentes, que l'Adasta puisse poursuivre avec vous tous son activité et qu'elle organise encore de belles manifestations scientifiques, des voyages, et de toutes ces petites choses qui rendent la vie bien agréable.

Bonne année 2010 à tous !

J. CHANDEZON et P. TOURREIX,
Vice-présidents

MERCI À NOS SPONSORS



Comité de rédaction de la Revue Auvergne-Sciences

Rédacteur en chef : Philippe Choisel

Membres : Jocelyne Allée, Georges Anton, Paul Avan, Vincent Barra
Jean-Claude Capelani, Jean Chandezon, Luc Dettwiller,
Paul-Louis Hennequin, Michel Naranjo, Annie Ville

Conseil Scientifique Sertillanges

Ensemble scolaire JB de la Salle représenté par Louis Avan

SOMMAIRE

Les instruments du laboratoire de Lavoisier - leurs artisans.....	1
Yersin et le bacille de la peste.....	7
Curiosités et phénomènes	10
Les mathématiques appliquées - un peu de géodésie.....	13
Histoire de l'lg-Farben (1905-1952).....	16
Le Mont Bar.....	19
Hermann von Helmholtz (1821-1894).....	20
Viticulture des côtes d'Auvergne	
La cave Saint-Verny à Veyre-Monton	21
Rétrospectives AMA 09 et activités des "jeunes pousses"	25
AMA 09, l'ADASTA et les "jeunes pousses"	26

Les articles publiés sont de la responsabilité exclusive de leurs auteurs

Photo de couverture : Hubble - cliché NASA/ESA.

Remerciements également à nos auteurs pour les photos communiquées

Réalisation et conception : Design'Création - 04 71 02 80 57

LES INSTRUMENTS DU LABORATOIRE DE LAVOISIER

LEURS ARTISANS



LOUIS AVAN

Professeur honoraire du CNAM (Conservatoire National des Arts et Métiers de Paris),
Membre actif de l'ADASTA

(avec l'aimable assentiment de SPARSAE que nous remercions très vivement.

Cet article avait été publié dans leur numéro hors série N°4 de janvier 2009 (cf. note en dernière page))

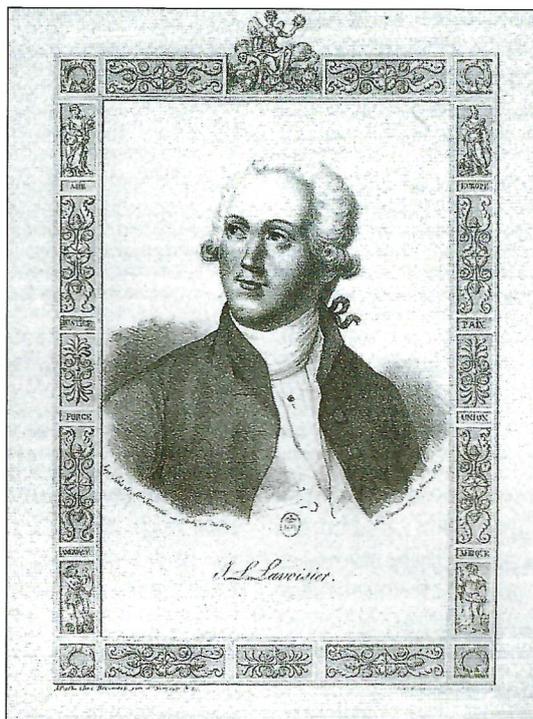
Antoine Laurent Lavoisier fut arrêté comme « fermier général » le 28 novembre 1793 (la Terreur était légalisée depuis le 17 septembre de la même année...). Il payait aussi sa responsabilité dans la construction d'un mur d'enceinte autour de Paris, mur qui déclencha une vague d'impopularité : « *Le mur murant Paris rendit Paris murmurant* ».

En décembre 1793, deux des compagnons « des jours de gloire », Guyton de Morveau, désormais premier président du Comité de salut public, et Fourcroy, devenu Jacobin, se présentent à l'Arsenal¹ en vue d'une perquisition ordonnée par la Convention « aux fins de confisquer les instruments utiles à la Commission des poids et mesures »... Fourcroy est chargé d'inventorier et de saisir les biens de Lavoisier, dont l'équipement du laboratoire de l'Arsenal qu'il connaissait si bien.

L'Histoire ne nous dit rien des sentiments profonds des deux enquêteurs. A l'Arsenal, ils découvrent non seulement Lavoisier « l'homme des Lumières », le fondateur de la chimie moderne, prisonnier entre deux gendarmes, mais aussi, dans ce véritable institut de recherche, 13 000 objets, instruments ou éléments instrumentaux d'innombrables expériences scientifiques novatrices. Après l'exécution des 28 fermiers généraux, Lavoisier arrivant le quatrième, suivi de son beau-père, Jacques Paulze, Marie Anne Paulze. Madame Lavoisier, d'abord cachée par un fidèle, retrouvera tous ses biens et tous les instruments, « à la moindre goutte de mercure près ».

Très vite commence l'aventure de la réhabilitation de celui qui, en vingt ans, avait abattu trois des quatre piliers de l'ancienne chimie des éléments (le phlogistique, l'air et l'eau), mais aussi une autre aventure, celle de l'œuvre écrite et des instruments de Lavoisier. Aventure de leur conservation et de leurs pérégrinations.

Madame Lavoisier meurt le 10 février 1836, non sans avoir toujours défendu ardemment la mémoire de son mari. Elle lègue la collection des instruments à sa nièce, madame de Chazelles. Dès 1848, Léon de Chazelles remet à l'Académie des sciences non seulement une partie des manuscrits de Lavoisier en sa possession, mais aussi de nombreux instruments. En 1866, l'Académie fait don de ces appareils



Lavoisier, lithographie de M^{me} Fromentin
(image BnF).

au Conservatoire national des arts et métiers. En 1879, dans un article des *Annales de chimie et physique*², le professeur M. Truchot, chimiste de la Faculté des sciences de Clermont-Ferrand, nous donne la composition de cette première donation :

- L'appareil de Lavoisier et Laplace pour la recombinaison de l'eau ;
- Le grand ballon ayant servi à la synthèse de l'eau ;
- Le modèle original du calorimètre de Lavoisier et Laplace ;
- L'appareil original de Lavoisier pour déterminer la chaleur de recombinaison de l'eau ;
- L'appareil original pour l'étude des fermentations ;
- L'appareil original pour l'analyse des produits de combustion des huiles ;
- Une machine pneumatique de Fortin ;
- Un baromètre à deux colonnes ;
- Une lentille de 1,20 mètre de foyer ;
- Un aréomètre de Lavoisier ;
- Une cuve pneumatique.

Fort heureusement, là ne s'arrête pas la liste des instruments chers à Lavoisier. M. Truchot nous prévient : « Je dois à M Etienne de Chazelles le plaisir, le bonheur... de toucher un à un... tous ces objets qui rappellent les travaux féconds de l'immortel fondateur de la chimie³. Et le professeur Truchot de nous conduire « loin de Paris, au château de la Canière, à 6 kilomètres d'Aigueperse (Puy-de-Dôme) ». Avec enthousiasme il nous fait participer à l'examen de ce trésor, après avoir évoqué la « grande et belle toile de David » qui se trouvait alors dans l'une des salles du rez-de-chaussée. Avec lui, nous entrons maintenant dans ce merveilleux cabinet du château de la Canière : le premier et sans doute le plus célèbre des instruments de Lavoisier apparaît aussitôt : la balance de précision.

LES BALANCES DE PRÉCISION

Nous connaissons l'importance décisive de la balance de précision dans l'œuvre novatrice de Lavoisier. Il nous faut, ici mettre en évidence les véritables avancées en matière de techniques instrumentales, dues à Lavoisier et aux artistes habiles, les meilleurs spécialistes parisiens en la matière : Nicolas Fortin et Pierre Bernard Mégnin.

N'oublions pas, d'abord, que la balance à bras égaux, qui

¹ Lavoisier, en charge de l'administration des Poudres et Salpêtres, avait installé son laboratoire, à l'Arsenal, établissement qu'il dirigeait.

² 5^{ème} série, t. XVIII, 31 pages

³ Loc.cit. p.3.

compare la masse à déterminer avec « une masse étalon », est largement utilisée depuis plus de 4000 ans. Aristote, dans son traité *Questions mécaniques*, a tenté d'analyser le problème pratique que présentent balances, leviers et bascules. Archimède de Syracuse, savant génial, pionnier de la science grecque, a mené à terme ce premier travail, notamment sur les leviers « par un système complexe de poulies, calmement, sans grand effort, il tira vers lui, doucement un trois-mâts de la flotte royale comme s'il glissait sur l'eau⁴ ». Beaucoup plus près de nous, en 1738, Leonhard Euler, l'un des fondateurs de l'analyse mathématique, recommande aux constructeurs de fabriquer « des balances à long fléau d'environ 1 mètre » pour assurer une bonne sensibilité, tout en soulignant que cela contrarie l'exigence de retour rapide à l'équilibre pour éviter la friction⁵.

Il n'est pas exact d'affirmer à la suite de Jean-Baptiste Dumas qu'avant Lavoisier « les chimistes ignoraient l'art de peser »⁶ : les pharmaciens pesaient, les contrôleurs chargés de vérifier la teneur en or et en argent des monnaies et des bijoux pesaient – comme autrefois Archimède déterminant la proportion d'or et d'argent dans la couronne du roi Hiéron par la méthode du bain (permettant à partir du principe de l'hydrostatique, de connaître le poids et le volume de la tiare). Si Archimède était bien le maître des balances, quelle est donc la véritable contribution de Lavoisier, Fortin et Mégnié, sans oublier J. Harrison, collaborateur de Cavendish ? Comment, survient M. Truchot, « Lavoisier, la balance à la main, a-t-il renversé la théorie du phlogistique » ? Précision historique d'abord : même par rapport aux balances à fléau exploitées par Lavoisier, Meusnier dans l'expérience de l'eau de 1785 (décrite dans l'article « Le génie visionnaire de Lavoisier » de Louis Avan), les nouvelles balances de Nicolas Fortin et Pierre Bernard Mégnié vont représenter une mutation technique.

Les balances de Pierre Bernard Mégnié

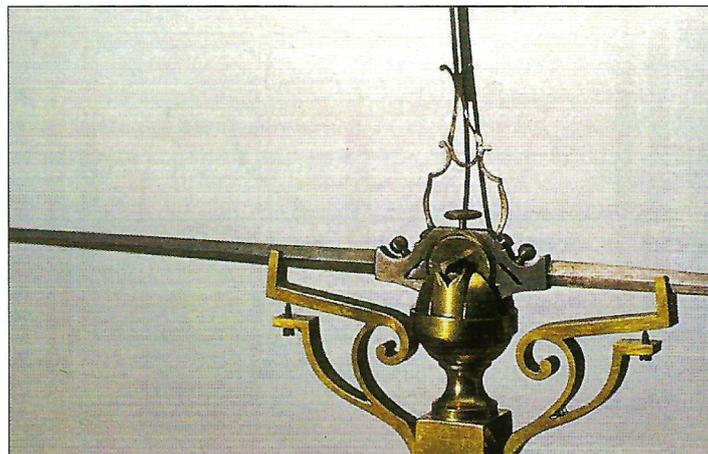
En 1787, Mégnié le jeune et ingénieux constructeur d'instruments de physique, breveté du roi, a vendu deux balances commandées par Lavoisier en 1785. Elles ont coûté 7 554 livres. Celles-ci présentent des couteaux pyramidaux en acier dur, une visée par lunette et un fléau à position de repos⁷ :

■ Tout d'abord la balance moyenne possède un fléau long de 50 cm, surmonté d'une aiguille de 20 cm. Une lunette suit le mouvement de cette aiguille. Sa portée ? « elle supporte une charge de 600 grains, soit 32 grammes », et « rééquilibre sous l'effort de 2,7 dixièmes de milligramme ». Les trois couteaux sont en acier dur, les plateaux de la balance, dits à étrier (pièce métallique coudée), sont formés de cuvettes en verre de 11 cm de diamètre⁸.

■ La petite balance, réalisée suivant les mêmes principes possède un fléau de 28 cm. Des verres de montre de 1 cm forment les plateaux à étrier. Cette balance est sensible au dixième de milligramme. La photographie INV 19885 du Musée des arts et métiers représente un détail du fléau de la

petite balance ; avec un système de relevage commun aux deux balances de Mégnié : « relevage par cordelette et fourchettes de support au repos »⁹.

La grande balance de Fortin

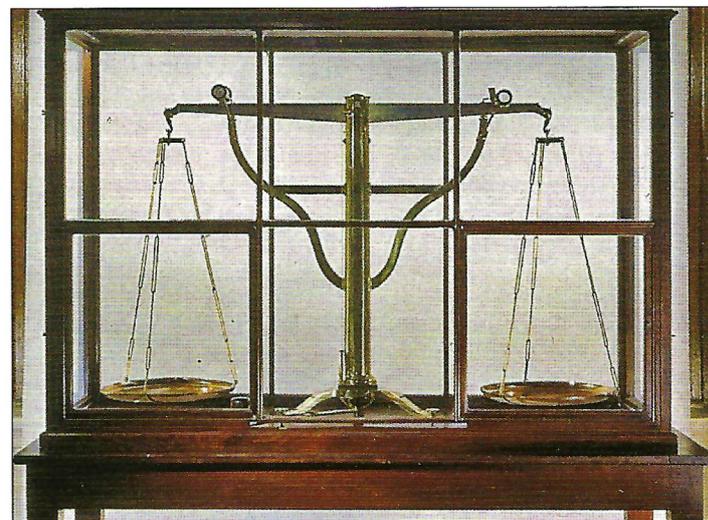


Petite balance de précision (inv. 19885) : détail du fléau.
© Musée des arts et métiers-CNAM, Paris/photo J.-C. Wetzel.

Réalisée par Nicolas Fortin en 1788, cette balance s'inspire des perfectionnements de Mégnié : long fléau rigide de 1 mètre qui oscille avec comme point d'appui un couteau central tranchant. Un fil à plomb le long de la colonne permet de le positionner correctement. « Le fléau porte vers ses extrémités deux points recourbés horizontalement et qui se meuvent par rapport à une échelle verticale fixe¹⁰ ». Deux lunettes placées en avant des points vérifient la coïncidence.

Dans son *Traité de chimie* de 1789, « ouvrage de sa vie », Lavoisier apporte quelques précisions sur les performances de la balance de Fortin : « Elle doit peser jusqu'à 15 livres et 20 livres » (une livre valait, suivant les provinces, de 380 à 580 grammes). « [...] Elle permet de déterminer à un grain ou un demi grain près le poids de très grands vases et appareils très lourds »¹¹.

Soucieux de veiller à la qualité et aux performances de



Grande balance de précision (inv. 19887) : vue dans sa vitrine
© Musée des arts et métiers-CNAM, Paris/photo J.-C. Wetzel.

4/ Plutarque, *Vie de Marcellus*, environ 46-120 av. J.-C.

5/ Dorries (M.), « Balances, spectroscopes and the reflexive nature experiment », *Studies in the History and Philosophy of Science*, 1993.

6/ Dumas (J.-B.), *Œuvres complètes de Lavoisier*, 1837, p. 109-111.

7/ Jacomy (B.), « Le laboratoire de Lavoisier », *Revue du Musée des arts et métiers*, mars 1994, p. 19.

8/ Truchot (M.), *loc.cit.*, p. 6-8.

9/ Jacomy (B.), *loc.cit.*, p. 19.

10/ Truchot (M.), *op.cit.*, p. 6.

11/ Lavoisier (A.L.), *Œuvres*, t. I, p. 251, publiés sous la direction de J.B. Dumas (6 volumes), 1862-1896, par les soins du ministère de l'Instruction publique.

ces balances de précision, Lavoisier ajoute : « Il faut surtout se faire une loi de ne jamais se servir de ces excellentes balances dans un laboratoire où elles seraient inmanquablement rouillées et gâtées. Elles doivent être conservées dans un cabinet où il ne rentre jamais d'acides ».

La précision de la grande balance de Fortin (1/400 000) en fait, pour Antoine Laurent Lavoisier et le cristallographe René Just Haüy, un instrument privilégié dans la détermination du futur kilogramme étalon, à partir de la masse d'un litre d'eau distillée à la température pour laquelle sa densité est maximale (3,98°C). Cet étalon de masse sera reconnu par la première commission des Poids et Mesures. Il ne sera remplacé qu'en 1889 par l'actuel étalon de masse en platine iridié en forme de cylindre dont la hauteur est égale à son diamètre (39 millimètres). Il est conservé au pavillon du Bureau International des Poids et Mesures à Sèvres.

Dans le domaine des mesures de masses, Lavoisier et ses artisans auront donné naissance à un *courant métrologique* qui, après la découverte des propriétés piézo-électriques du quartz, conduira leurs disciples lointains à la réalisation des microbalances (1920), puis des ultra microbalances (dont la charge typique est de 1 à 2 microgrammes).

Nous ne quitterons pas ce domaine des poids et mesures sans évoquer une autre performance instrumentale de Lavoisier : « Les lentilles ardentes ». Son objectif est d'abord de brûler les diamants sous l'action de la lumière du soleil concentrée par des lentilles. Il fallait une lentille de deux mètres de diamètre. Après plusieurs essais, Saint-Gobain construisit deux immenses calottes jointives sur la circonférence. La lentille sera formée en remplissant l'intérieur de vinaigre de vin. Au moyen d'un système mécanique compliqué (axe en bois orientable, engrenage et manivelles), les lentilles furent dirigées en fonction de la position du soleil. C'est ainsi que fut démontré que la combustion du diamant ne produisait que du dioxyde de carbone. Mais la puissance de ces « lentilles ardentes » était si importante qu'elles réussirent même la fusion du platine en vue de la réalisation du mètre étalon ordonné par la Convention.

LES THERMOMÈTRES

Le véritable musée du château de la Canière comporte près d'une trentaine de thermomètres. Galilée semble être le premier à avoir inventé (vers 1592) un dispositif pour indiquer « le degré d'échauffement ». En 1632, un médecin français inversa le dispositif de Galilée... Les points de référence furent discutés par Boyle, Hooke et Huygens (vers 1665). Puis interviennent Fahrenheit, grand fabricant d'instruments (1717), Anders Celsius (1742). On doit à René Antoine Ferchault de Réaumur l'invention du thermomètre à alcool, vers 1730, avec une échelle de 0 à 80. Lavoisier utilise cette dernière échelle pour ses véritables travaux de thermochimie. Intéressons-nous, en priorité, aux constructeurs qu'il sollicite :

■ Le premier grand thermomètre à mercure est dû à « Mossy,

quai Pelletier, à la Croix d'or, à Paris », en 1780. Les divisions vont de -15° à 80° Réaumur. Les divisions en dixième de degré sont tracées au diamant sur une tige de 1 mètre de long : Cette division est due à Richer, « artiste habile qui a employé à cette fin une très bonne machine à diviser¹² ». Lavoisier ira plus loin en précision : division occupant 0,001 mètre, « ce qui permet d'évaluer sensiblement les centièmes de degré¹³ ».

■ D'autres thermomètres sont dus à Nicolas Fortin (1783, 1786), Chricton, Cappy (travail sur le grand froid de 1776), Bleuler (de Londres), Mégnié (thermomètre d'appartement).

L'objectif essentiel de Lavoisier reste la détermination des chaleurs de réaction.

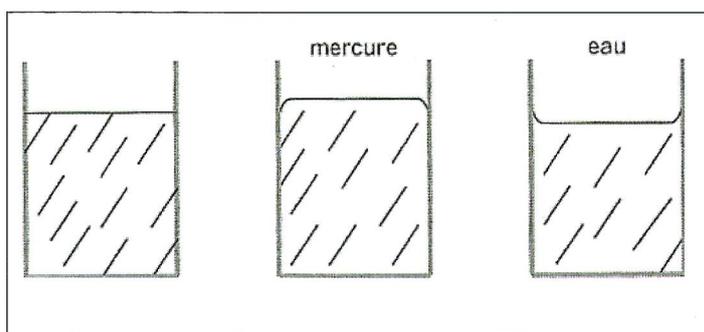
LES BAROMÈTRES

Nous savons, par M. Truchot, que c'est à Mégnié que Lavoisier confiait la construction de ses baromètres (rappelons que le tout premier fut réalisé par Torricelli, disciple de Galilée, et utilisé dans la célèbre expérience du Puy de Dôme, telle qu'imaginée par Blaise Pascal). Tout d'abord, une note manuscrite de Lavoisier précise la commande :

■ « Note pour Mégnié : un baromètre portatif de Ramsden, dont le tube soit un peu plus gros que ceux qu'il a faits jusqu'ici. La division française de demi-ligne en demi-ligne avec le *nonius*¹⁴ [...] comme on a coutume de le faire pour la division anglaise. Il est nécessaire que le mercure ait bien bouilli »

Dans sa description de ce baromètre, Mégnié précise « c'est M de Lavoisier qui en est redevable des perfectionnements que je donne au baromètre. Je le dis avec autant de plaisir que de reconnaissance ». Ainsi se trouve illustré le mode de collaboration entre Lavoisier et ses artisans. Suit toute une discussion sur l'erreur d'estime due à la convexité du mercure « au-dessus des bords de la cuvette ».

Mais c'est dans le baromètre n°2 de Mégnié, trouvé par M.



Truchot en parfait état de conservation à La Canière, qu'est précisé et réglé ce problème de l'erreur de convexité : « Lavoisier s'en est servi pour un travail intéressant après avoir transformé l'un des deux tubes barométriques en baromètre à surface plane et non convexe » (*diagrammes ci-dessus*).

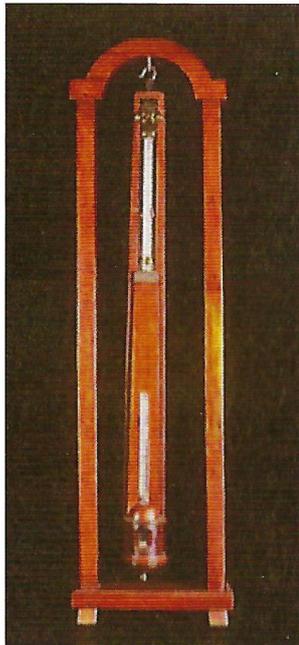
12/ Œuvres de Lavoisier, t. III, p. 422.

13/ Truchot (M.), op.cit., p.11

14/ Accessoire de mesure inventé par le mathématicien et cosmographe portugais Pedro Nunes (1502-1578)

Dans *Les Œuvres de Lavoisier*, l'auteur compare deux tubes¹⁵ :

Le premier est inspiré des travaux de dom Casbois, bénédictin, principal du collège de Metz et physicien. Il remplissait un tube très chaud avec du mercure bouillant et faisait ensuite bouillir ce mercure dans toute la longueur du tube : la loi de convexité due aux forces inter faciales (capillarité) est pratiquement supprimée. Dans l'autre tube, où Lavoisier « a fait bouillir le mercure à la manière ordinaire, la convexité demeure et fait la goutte de suif ». Les deux tubes sont plongés dans la même cuvette.



En 1879, lors de sa visite à La Canière, M. Truchot a pu observer la différence de niveau du mercure (2/3 de ligne) dans les deux tubes « comme il y a cent ans ».

■ **Le baromètre à deux colonnes.** Ce baromètre, œuvre de Mégnié, fait partie de la première donation de l'Académie des Sciences. Réalisé, lui aussi, par Mégnié, en 1779, il répond de nouveau à l'exigence de précision de Lavoisier. Les deux tubes plongent dans la même cuvette.

Ce baromètre était destiné à des relevés météorologiques. A chaque lecture, on pouvait vérifier, en comparant les hauteurs mercurielles, si les chambres barométriques étaient bien purgées d'air.¹⁶

Le « dessalateur » d'eau de mer : Jean-Baptiste Dumas a confirmé, grâce à la découverte du manuscrit de l'ouvrage anonyme publié en 1781, que Lavoisier avait bien inventé - suite au projet qu'il avait formé avec Condorcet - un appareil de distillation, orienté vers le dessalement de l'eau de mer. Dans le tome IV de ses *Œuvres*, rassemblées par J.-B. Dumas apparaissent des modifications par rapport à la conception initiale.

Un aréomètre : complément de la balance, les aréomètres ont pour objet de déterminer les masses spécifiques liquides (alcool, huiles, etc.). Ils sont décrits dans les *Mémoires* de Lavoisier datant de 1768.

AUTRES APPAREILS

Notre but n'est pas de décrire tous les instruments de Lavoisier, mais il faut citer, toujours dans la collection initiale de La Canière :

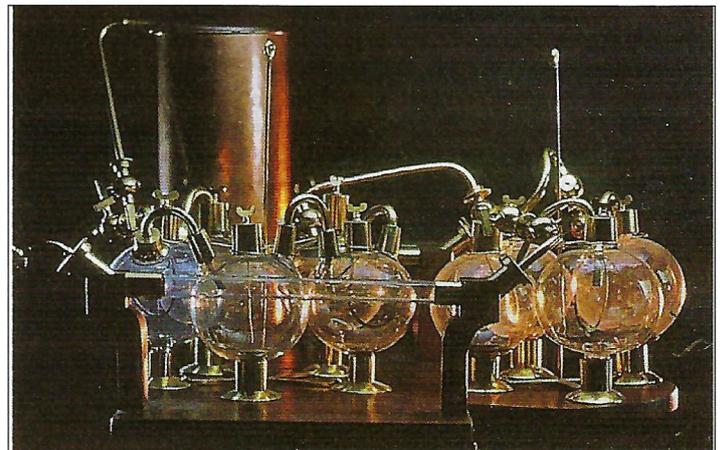
■ L'appareil pour l'étude de la combustion des huiles (voir photo ci-dessous), construit en 1788 par Nicolas Fortin ;

■ Un électroscope à boules de moelle de sureau, construit en 1787 par Nicolas Alexandre Baradelle dit « l'aîné constructeur » ;

■ Un microscope composé ayant appartenu à Lavoisier et construit entre 1770 et 1794 par Louis François Dellebarre (1726-1805), opticien hollandais mort à Paris. La boîte de préparation contient des insectes, écailles de poisson, bois, plantes et plumes ;

■ De nombreux appareils pour l'étude des gaz, cloche en verre cylindrique posée sur la pompe, masques, chaises, grande table d'expérience, grands miroirs concaves, flacons originaux de l'appareil utilisé pour l'expérience de la fermentation vineuse ;

■ Ballons et fioles servant à isoler et à peser les gaz.



Appareil pour l'étude de la combustion des huiles (inv. 7549),
© Musée des arts et métiers-CNAM, Paris/photo J.C. Wetzel.

On n'est pas surpris d'apprendre que le professeur M. Truchot ait observé à La Canière des vases de platine, des capsules forgées et limées, du platine brut ou minéral de platine.

M. Truchot cite encore dans le trésor de La Canière :

Deux hygromètres, l'un dit « de Saussure », construit par Récher, l'autre, comparable, dû à Goubert, artiste de la Société royale de médecine ;

Une boussole « à alidade » (règle de topographie), mobile autour d'un point fixe, portant un instrument de visée qui sert à déterminer une direction. Cette boussole est munie d'un vernier. Elle est signée « Carolus Theodorus, elector palatinus, anno 1781 ».

■ Une autre boussole, toujours à vernier et lunette est signée « Fortin, place Sorbonne, Paris, 1792 ».

En 1952, madame Vanssay de Chazelles se sépare de cette prestigieuse collection... Fort heureusement, Pierre Samuel Dupont de Nemours (ou Du Pont de Nemours), qui fut de 1717 à 1776 collaborateur de Turgot, devint ami de Lavoisier. Grâce à celui-ci, Eleuthère Irénée Du Pont de Nemours, fils cadet de Pierre-Samuel, bénéficia de cette amitié et apprit par Lavoisier les techniques de la fabrication de la poudre. Eleuthère Irénée suggéra plus tard aux Etats-Unis une fabrique de poudre¹⁷. Ainsi naquit la Société Du Pont de Nemours & C^{ie}¹⁸. Apprenant la décision de madame Vanssay de Chazelles, les Du Pont de Nemours acquirent les objets et en firent don à la France. C'est ainsi que, pendant une longue

15/ T.III, p. 753

16/ Truchot (M), op.cit., p. 15

17/ Près de Wilmington dans le Delaware.

18/ Cf. Poirier (J.P.), « Lavoisier et les Dupont de Nemours », avec le concours de Lander(Gérald A.), Du Pont de Nemours International S.A. in La Revue du Musée des arts et métiers, mars 1994, p.40-41.

période à partir de 1956, les trésors du château de la Canière regagnèrent la magnifique salle de l'écho du musée du C.N.A.M.

C'est là que nous avons plaisir à les admirer dès que nous rentrons dans le musée (1972-1993).

Aujourd'hui, pérégrinations achevées, une centaine d'objets parmi les quelque 500 qui subsistent du trésor initial, sont exposés dans une salle spéciale à l'étage du Musée des Arts et Métiers¹⁹. Une autre partie importante est conservée dans ses réserves. Dans la salle « Lavoisier » se trouvent les objets les plus prestigieux, dont presque tous ceux que nous venons de décrire. Il nous reste à évoquer deux types d'appareils : les gazomètres et le calorimètre.

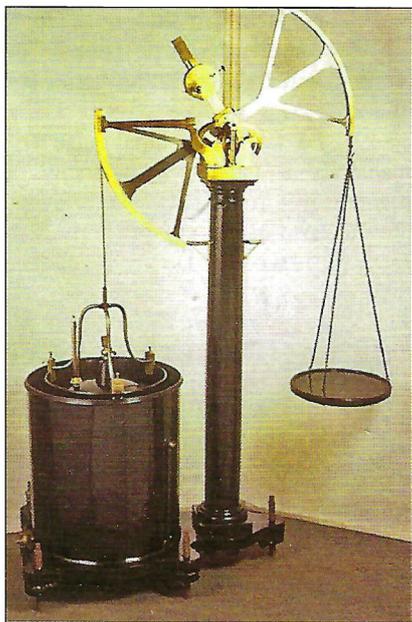
LES GAZOMÈTRES

Ce sont les instruments les plus monumentaux et les plus coûteux de la collection Lavoisier.

Les premiers gazomètres de Lavoisier, conçus par Jean-Baptiste Meusnier, furent construits par Mégnié en vue de l'expérience de synthèse de l'eau (1785). Ces appareils ont disparu.

Ceux qui sont aujourd'hui présentés dans la salle Lavoisier du Musée des Arts et Métiers furent exécutés par le même Mégnié de 1785 à 1787. Chacun des deux gazomètres est constitué de deux caisses métalliques : la caisse extérieure, fixe, contient de l'eau ; la caisse intérieure qui contient le gaz dont on veut connaître le débit massique pendant l'expérience de synthèse, s'enfonce plus ou moins dans la première caisse (en flottant sur l'eau). Cette caisse intérieure, de symétrie cylindrique, constitue le « plateau » d'une balance dont le fléau repose sur des rouleaux. Cet élément de la balance supporte de fortes charges. L'intérêt de la présence de l'eau dans la cuve extérieure de flottaison est de compenser au moins partiellement le poids de cette charge grâce à la pression hydrostatique qui correspond à une force verticale, de bas en haut, égale au poids du volume d'eau ainsi déplacé. La présence de l'eau dans le gazomètre évite une fatigue excessive du fléau et des autres éléments sensibles de la balance.

La balance sera en équilibre quand les moments des forces des deux plateaux, supposées appliquées, en leur centre de masse, par rapport à l'axe de rotation (arête du couteau prismatique) seront égaux ($r_1 F_1 = r_2 F_2$)



Gazomètre de Lavoisier
(inv. 7547/1).
© Musée des arts et
métiers-CNAM,
Paris/photo J.-C. Wetzel.

Dans le cas de la « caisse pneumatique » intérieure qui contient le gaz, F_1 correspond à la somme algébrique du poids du cylindre + le poids du gaz, et de la pression d'Archimède orientée en sens opposé. Un système astucieux de poids et de contrepoids contrôle le débit du gaz. Les chaînes de suspension des deux plateaux s'enroulent sur des secteurs circulaires. Elles sont de deux types :

- Pour le poids du plateau de contrôle, chaîne dite « de Vaucanson »²⁰ ;
- Pour la « cloche » qui flotte sur l'eau, une chaîne de maillons plats. Un dispositif de vernier modifiant l'angle de rotation consécutif au départ d'une certaine masse de gaz, rétablit l'égalité des moments et donc l'équilibre de la balance. Un étalonnage précis permet une mesure aussi rigoureuse que possible de la masse de gaz évacuée, suivant les exigences de Lavoisier et Meusnier.

La technique ainsi mise en œuvre s'inspire de celle des machines à vapeur à balancier. « Ces balances de précision gigantesques représentent donc la synthèse des techniques de la fin du XVIII^{ème} siècle et de l'art des constructeurs », constate B. Jacomy²¹. Le coût ? De l'ordre de 250 000 euros !

LE CALORIMÈTRE DE LAVOISIER ET LAPLACE

Schématiquement, le calorimètre est un récipient à deux parois séparées par du vide ou par un bon isolant, ce qui empêche pratiquement tout échange avec l'extérieur. On utilise un vase calorimétrique mince, de faible chaleur massique et de masse faible (cf. feuilles d'aluminium)

Le calorimètre a été inventé par Joseph Black qui, le premier, fit la distinction entre température et quantité de chaleur. On lui doit aussi les concepts de chaleur spécifique, de chaleur latente, de changement d'état, ainsi que les méthodes de détermination de ces grandeurs (1760).

Mais les mesures précises de ces quantités de chaleur sont dues à Lavoisier et Laplace qui créèrent le premier calorimètre expérimental (1780). Une méthode précise de mesure de la quantité de chaleur consiste à communiquer cette quantité de chaleur à de la glace à 0 degré Celsius et à déterminer la quantité de glace fondue. La méthode sera perfectionnée par Bunsen, mais seulement en 1870...B. Jacomy pense que les calorimètres de Lavoisier et Laplace ont été réalisés par le ferblantier Naulin, de 1782 à 1784. Naulin avait, en effet, construit des cuves métalliques pour la manipulation des gaz, dont les cloches des premiers gazomètres de Meusnier. Pour l'un des calorimètres de Lavoisier, mais est-ce celui évoqué par M. Truchot lors de sa visite à La Canière, analogue au calorimètre de Favre et Silbermann, l'inventaire 07547-0002-02 précise pour « le ballon original du calorimètre de Lavoisier » :

Auteur intellectuel : Antoine Laurent Lavoisier ;

Auteur matériel : Pierre-Bernard Méguié le jeune, constructeur 1787.

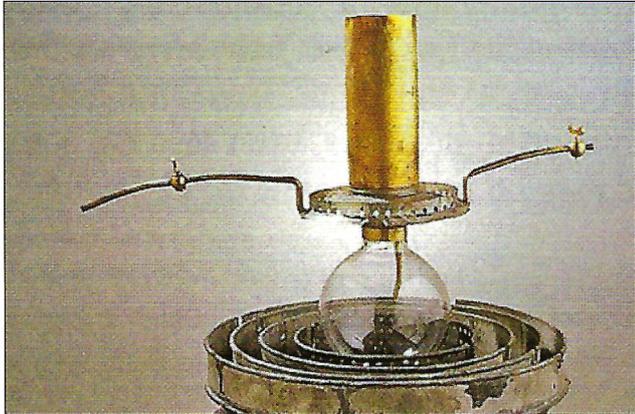
Paradoxalement, Laplace qui résista d'abord à l'invitation de collaboration de Lavoisier, avait une conception

19/ Le Musée des arts et métiers est situé au 60 rue Réaumur, 75003 Paris

20/ Du nom de l'ingénieur mécanicien dont les machines et les automates, en 1794, constituèrent le premier fonds du Conservatoire national et métiers par l'abbé Grégoire.

21/ Jacomy (B.), *op.cit.*, p.20

de « physicien de la chaleur », une idée liée, pour lui, à des mouvements invisibles des molécules d'un corps... Il anticipait sur Boltzmann. Tandis que pour Lavoisier, la chaleur était un vrai fluide, le calorique... Cela ne les empêcha pas de parvenir à des résultats essentiels : la quantité de chaleur qu'il faut fournir pour liquéfier un solide est égale à celle qu'il faut enlever pour solidifier le liquide correspondant : Lavoisier et Laplace, par généralisation, formulaient ainsi la loi fondamentale de la thermochimie : « un corps, en se décomposant, absorbe autant de chaleur qu'il en a dégagé lors de sa formation ».



Calorimètre (inv.7547/2) : vue de détail ©
Musée des arts et métiers-CNAM - Paris/photo J.-C. Wetzel.

Toujours est-il que le calorimètre de Lavoisier-Laplace sera ensuite employé à l'exploration d'un des sujets les plus passionnants de la vie : la respiration... Lavoisier, avec son collaborateur Seguin, passera ainsi de la thermochimie à la bioénergétique.

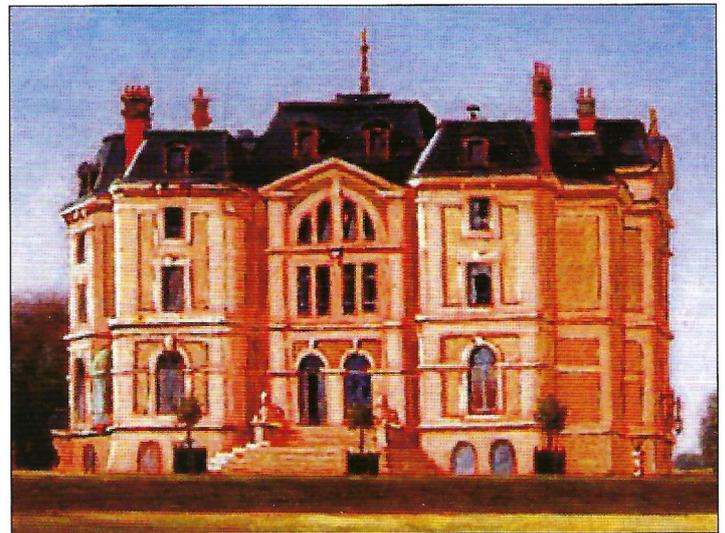
Le ballon de Lavoisier et Meusnier servit à l'expérience de synthèse de l'eau. Les exigences de précision de Lavoisier ont favorisé le développement, en France, d'une instrumentation de qualité exceptionnelle..., même s'il n'hésita pas à faire appel à des constructeurs, des « artistes » étrangers : Chricton, Bleuler, Carolus, Theodorus, Dellebarre,... L'Europe déjà !

Mais Fortin et Mégnié, à Paris, se taillèrent la part du lion, stimulés par le génie créateur de Lavoisier et aidés par Meusnier- qui mourut sur le champ de bataille en 1793 – et, bien sûr, Laplace. De nombreux savants étrangers (Priestley, Benjamin Franklin, reçu triomphalement à l'Académie française, ...), français (Monge, Berthollet, Laplace...) aimèrent visiter les installations de l' Arsenal et utiliser ses immenses moyens. Non seulement la science fondamentale, mais aussi la métrologie naissante sont redevables à la passion instrumentale de Lavoisier.

Nous remercions vivement les responsables du Musée des Arts et Métiers, notamment Nathalie Audi et Isabelle Taïtbout, pour leur précieuse collaboration.

BIBLIOGRAPHIE

- Truchot (M.)**, « Les instruments de Lavoisier », extrait des *Annales de chimie et de physique*, 5^{ème} série, t. XVIII, 1879
- Jacomy (B.)**, « Le laboratoire de Lavoisier », *La Revue du Musée des arts et métiers*, mars 1993, p. 17-22.
- Fauque (D.)**, « La grande expérience de Lavoisier », *Pour la science*, 1993, p.14-19
- Gartori (E.)**, « Antoine Laurent de Lavoisier », in *Histoire des grands scientifiques français*, Plon, Paris, 1999, p.152-174
- Inventaires** (juillet 2008) et photothèque du CNAM.



Le Château de la Canière à Thuret (Puy-de-Dôme)
(devenu maintenant un hôtel-restaurant).

NOTE

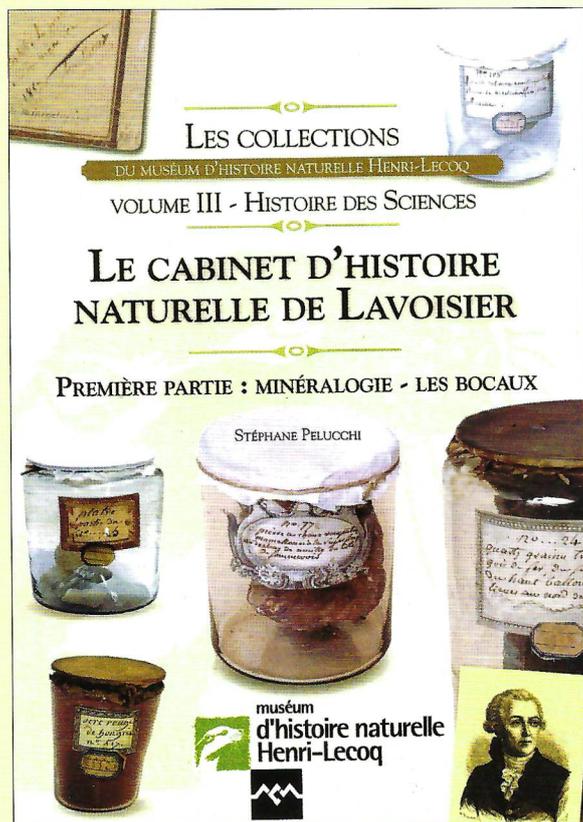
Sparsae est une publication de l'Association culturelle d'Aigueperse et ses environs. (140^{bis} Grande Rue 63260 Aigueperse)

Le hors série N°4 comportait en outre les articles suivants :

- . Avant-propos : Lavoisier en Auvergne ?Jean-Pierre Marliac
- . La Canière, écrin des souvenirs d'Antoine-Laurent Lavoisier jusqu'à la dispersion du legsJean de Rohan-Chabot
- . Léon Bérard deChazelles, conservateur du fabuleux héritage à La Canière.....Pierre Mazataud
- . Etienne Bérard de Chazelles accueille à La Canière les historiens de Lavoisier.Pierre Mazataud
- . Deux grands architectes pour La Canière.....Pascal Piéra
- . Lavoisier et la chimie.....André Viillard
- . Marie Anne Lavoisier, une femme de conviction au destin multipleJacques Corrocher
- . Les Lavoisier par Jacques Louis David – un tableau prémonitoireMarie-Odile van Caeneghem
- . René Fric : une passion pour Lavoisier.....Pierre Mazataud
- . Le cabinet d'histoire naturelle d'Antoine Laurent Lavoisier.Stéphane Pelucchi & Pierre Pénicaud
- . Haute précision des mesures et méthode scientifique implacable au service du génie visionnaire de Lavoisier.Louis Avan

LAVOISIER, MINÉRALOGISTE

rédigé par Claudie Bally,



Fondateur de la chimie moderne Antoine-Laurent de Lavoisier a commencé sa carrière en s'intéressant à la minéralogie. Ceci est quelque peu méconnu.

Grâce à la découverte de ses catalogues manuscrits, une étude de l'ensemble de près de 1000 bocaux en verre soufflé du XVIII^e siècle a débuté en 2001 permettant ainsi la restauration, le classement, la révision et l'inventaire des spécimens de minéraux et de roches.

Stéphane Pelucchi, responsable du département de géologie au muséum d'histoire naturelle Henri-Lecoq, nous fait découvrir une partie de la collection prestigieuse et exceptionnelle sur la minéralogie de Lavoisier.

La publication faite par Stéphane Pelucchi est disponible au Musée dans la revue : « Le cabinet d'histoire naturelle de Lavoisier : les bocaux de minéralogie ».

**Le Musée, 15 rue Bardoux à Clermont Ferrand 63000,
est ouvert tous les jours
sauf les lundis, dimanches matin et jour fériés
de 10 h à 12 h et de 14h à 17h.
[http : //museulecoq.clermont-ferrand.fr](http://museulecoq.clermont-ferrand.fr)**

*Stéphane Pelucchi a donné récemment une conférence
à la demande de la Société Histoire Naturelle d'Auvergne.
Il a donné l'autorisation d'utiliser la couverture du catalogue
pour la revue « Auvergne-Sciences ».*

YERSIN ET LE BACILLE DE LA PESTE



INTRODUCTION DE **GEORGES ANTON**
de l'ADASTA.

Il existe dans les nations des personnages qui ont marqué leur temps. Les disciplines dans lesquelles ils ont œuvré sont variées et recouvrent la totalité des activités exercées par l'Homme.

L'Histoire ne retient habituellement que les personnages politiques, militaires, littéraires, artistiques ou scientifiques, très certainement en raison de la gloire qui leur est associée.

Les personnalités que l'on peut qualifier de « belles figures » sont plus rares. Leurs qualités sont de celles qui transcendent la nature humaine et elles font l'unanimité : générosité, abnégation, désintéressement. Pas forcément très connues du grand public, elles méritent cependant que l'on s'arrête sur leur vie, ne serait-ce que pour apprécier le côté humaniste de leur existence et en mesurer toute la valeur.

Notre choix s'est porté aujourd'hui sur Alexandre Yersin : son nom est lié au bacille de la peste et son souvenir est vivace dans un pays où les affres des guerres auraient pu effacer sa mémoire.

La direction de la revue BIOFUTUR – mensuel européen de biotechnologie – nous a donné l'autorisation de publier in extenso l'article suivant qui retrace la vie et les activités de ce grand biologiste français.



Alexandre Yersin (1863-1943)

Par sa découverte du bacille responsable de la peste, Alexandre Yersin acquiert, à 30 ans, une renommée mondiale qui occulte quelque peu le reste de son œuvre, tant en pathologie humaine qu'en médecine vétérinaire. Cet aventurier de la bactériologie devenu explorateur, bâtisseur, planteur et éleveur, est tout aussi passionné de physique, de mécanique, d'astronomie et de météorologie. La population de Nha Trang, au Vietnam, continue à vénérer en lui le médecin, le savant, l'homme de science, mais surtout l'humaniste.

Alexandre Yersin naît le 22 septembre 1863 en Suisse, à La Vaux (canton de Vaud), trois semaines après la mort de son père. Il reçoit de sa mère une éducation austère dans la maison familiale de Morges, transformée en pension pour jeunes filles.

À l'Institut Pasteur

Étudiant en médecine à Paris, Yersin est présenté le 3 avril 1886 à Louis Pasteur, dans le célèbre laboratoire de la rue d'Ulm où affluent tous les « mordus » depuis la réussite des traitements contre la rage. La rencontre avec Émile Roux, disciple de Pasteur, a lieu quelques jours plus tard. Leur entente est immédiate et tacite. En janvier 1887, Roux l'engage à titre de préparateur et l'associe étroitement à ses recherches. Si les trois célèbres mémoires *Contribution à l'étude de la diphtérie* publiés en 1888, 1889 et 1890 sont signés Roux et Yersin, c'est Yersin qui choisit le thème et le fait accepter par Roux. Il soutient, en mai 1888, sa thèse de doctorat en médecine consacrée à la tuberculose et pour laquelle la faculté de médecine lui décerne une médaille de bronze : la « tuberculose expérimentale type Yersin » est encore de nos jours enseignée aux étudiants. Mais il n'a cure de sa récompense qu'il n'ira retirer que six mois plus tard, déjà indifférent à toute satisfaction d'amour-propre : chaque but atteint perd aussitôt tout intérêt pour lui, déjà tendu vers un nouveau projet. Le docteur Yersin souhaite se consacrer à la recherche, excluant toute idée de clientèle : « *Demander de l'argent pour soigner un malade, c'est un peu lui dire : la bourse ou la vie !* ».

Roux, désireux de créer un enseignement des méthodes pastoriennes, l'envoie à Berlin suivre le cours de bactériologie de Robert Koch afin d'en connaître la valeur. Le 15 mars 1889, quatre mois après l'inauguration de l'Institut Pasteur, a lieu le premier cours de « Microbie technique », annoncé ainsi : « Professeur, Dr Roux ; préparateur, Dr Yersin ». Jusqu'en juillet 1890, Yersin assiste Roux dans le déroulement du « Grand cours de l'Institut Pasteur » dont il assume intégralement la cinquième session. Mais Yersin ne participe qu'à contrecoeur à cet enseignement, s'y ennuie, et les palmes académiques qui viennent de lui être décernées ne l'empêchent pas d'abandonner à la fois le Grand cours et l'Institut Pasteur. « *Ce n'est pas une vie*

que de ne pas bouger ». Naturalisé français depuis janvier 1889, il s'engage comme médecin des Messageries maritimes et embarque le 21 septembre 1890 pour l'Extrême-Orient.

Des Messageries maritimes à Nha Trang et aux Instituts Pasteur d'Indochine

Durant plusieurs mois, Yersin navigue de Saigon à Manille, puis de Saigon à Haiphong. Peu absorbé par la pratique médicale, il apprend à faire le point et améliore les cartes de la côte indochinoise. Fasciné par la baie de Nha Trang il décide, lors d'une escale, de rejoindre Saigon par l'intérieur du pays, à travers la chaîne annamitique : projet jugé irréalisable par son entourage car personne, en 1891, n'a réussi à franchir les montagnes en partant de la mer. La tentative, éprouvante, se solde par un échec mais sa détermination reste intacte et il se fait mettre en disponibilité. C'est ainsi qu'à l'âge de 28 ans, en possession de son bien le plus cher, son indépendance, il réalise son rêve d'enfance : « *suivre de loin les traces de Livingstone* », explorer. De 1892 à 1894, Yersin effectue trois missions d'exploration dans l'arrière-pays d'Annam. Avec ténacité, un réel courage physique, une remarquable probité scientifique (il refuse d'utiliser lui-même l'éléphant, véhicule habituel, et s'astreint à transporter, à pied, chronomètre et théodolite** pour ne pas risquer de les dérégler), il parcourt les pays Moïs, relevant les coordonnées des villages, des sommets et des rivières, observant la nature des sols, dressant les premières cartes, troquant verroterie, sel et cotonnades contre porteurs, pirogues ou éléphants, faisant le coup de feu contre les bandes de pirates, récoltant pour le Laboratoire d'anthropologie du Muséum national d'histoire naturelle des caisses d'objets divers, amassant une moisson d'observations ethnologiques et de clichés photographiques. Le gouvernement français s'intéresse à cet explorateur et accepte sa demande d'admission dans le Corps de santé militaire des colonies en décembre 1892 (1). Il profite de ses passages à Paris pour présenter des conférences aux Sociétés de géographie, multiplier les démarches destinées à financer d'autres expéditions, suivre les cours d'astronomie de l'Observatoire de Montsouris et entretenir ses contacts avec Émile Roux.

** Instrument utilisé en topographie pour mesurer les angles horizontaux et verticaux, en particulier les azimuts et les hauteurs

(1) Brisou B (1993) *Assoc Anc El Inst Pasteur* 135, 19-30.

En 1894, la peste se réveille dans le foyer ancestral du Yunnan et atteint Hong-Kong. Le monde redoute l'extension de ce fléau incompréhensible, imprévisible et incurable. Yersin est envoyé à Hong-Kong où il parvient le 15 juin 1894. Sommairelement installé dans une paillote édiflée à ses frais, il est contraint de soudoyer les marins anglais pour accéder aux cadavres indispensables à ses recherches. En trois semaines, sans assistance et dans un « laboratoire » improvisé, il découvre la nature microbienne de la peste, isole, cultive et caractérise son agent, et amorce l'étude épidémiologique de la maladie en révélant la peste du rat causée par le même bacille et précédant la peste humaine. « *Il est probable que les rats constituent le principal véhicule [de la peste]* ». Par la dimension métaphysique et religieuse qu'a prise la peste au cours des siècles, la découverte de son agent causal (*Yersinia pestis*) déborde les domaines de la bactériologie et de la médecine : elle explique l'inexplicable, elle démythifie la peste. Durant un séjour à l'Institut Pasteur à Paris, à l'été 1895, Yersin participe avec Albert Calmette et Amédée Borrel à la préparation d'un sérum antipesteux dont il fera, avec un succès certain, les premières applications à Canton. Ayant obtenu une mission gouvernementale pour étudier la « peste bovine » qui décime les troupeaux de buffles, il crée, au début de 1895, un petit laboratoire à Nha Trang où il poursuit également ses recherches sur la peste humaine. Fabriquer des sérums contre la peste (humaine et animale) nécessite un important cheptel. Il acquiert à titre personnel une concession de 500 ha à déboiser à Suoi Giao**, à vingt kilomètres de Nha Trang et y installe une plantation capable d'abriter étables et écuries pour plusieurs centaines de bœufs, buffles et chevaux et d'offrir la surface cultivable nécessaire à leur alimentation. Soucieux d'améliorer le financement de son laboratoire, il décide, en 1898, d'importer et d'acclimater l'*Hevea brasiliensis*, l'arbre à caoutchouc, dont il va chercher les premières graines à Java. Il ne cesse d'en étudier et d'en perfectionner la culture, de sorte qu'en 1935 la station de Suoi Giao, qui occupera alors 2 500 ha, produira 135 tonnes de gomme. Le caoutchouc sera l'une des richesses de la colonie.

À la demande de Paul Doumer, gouverneur général de l'Indochine, et tout en continuant à administrer le laboratoire de Nha Trang, Yersin crée et dirige de 1902 à 1904 l'École de médecine d'Hanoi. De retour à Nha Trang, il se consacre à nouveau aux maladies animales (surra équin, barbone des buffles, piroplasmose, charbon, fièvre aphteuse, pasteurellose, rage, etc.) et à la production de sérums et vaccins contre variole, diphtérie, streptococcies, choléra, rage, tétanos, méningites,.... Son laboratoire, dont il négocie le rattachement officiel à l'Institut Pasteur, devient en 1905 l'Institut Pasteur de Nha Trang.

L'agronomie tropicale ne cesse d'attirer Yersin et il entreprend en 1917 l'introduction et l'acclimatation du *Cinchona*, l'arbre à quinquina, car l'Indochine est alors tributaire de la métropole pour son approvisionnement en quinine, réservée en priorité au corps expéditionnaire de Macédoine. Les essais, longs et difficiles, justifient la création de nouvelles stations agronomiques d'altitudes, de microclimats et de sols

différents, mais finalement, pendant la seconde guerre mondiale, la colonie pourra faire face à ses besoins en quinine.

Si la bactériologie et l'agronomie absorbent la plus grande part de son temps, nombre d'autres domaines l'attirent et chez lui tout est passion. Il parvient, par croisement avec des espèces qu'il importe d'Europe, à améliorer les races bovines et aviaires locales. Il possède la première voiture vue à Hanoi, le premier poste émetteur-récepteur privé et envisage très sérieusement, en 1913, l'acquisition d'un aéroplane. Fervent d'astronomie et de météorologie, il améliore l'astrolabe** à prisme et fait construire un véritable observatoire sur le toit de sa maison. La fin de sa vie sera occupée par une dernière passion : l'observation méthodique des marées.

Nommé directeur des Instituts Pasteur d'Indochine et mandataire de l'Institut Pasteur, Yersin coordonne l'évolution des instituts de Saigon et de Nha Trang ainsi que de leurs filiales d'Hanoi et de Dalat jusqu'en 1923. Il fait alors nommer Noël Bernard à sa succession tandis qu'il devient inspecteur des établissements de l'Institut Pasteur en Indochine. Il siège au conseil scientifique de la maison-mère à Paris qui, en 1934, lui décerne le titre de directeur honoraire de l'Institut Pasteur.

Monsieur Nam

Au-delà de sa carrière scientifique atypique, foisonnante et éclectique, la personnalité de Yersin mérite d'être soulignée. Simplicité et droiture sont ses traits dominants (2). Secret, renfermé, ses proches ignorent jusqu'à son prénom. Cet hermétisme va de pair avec une grande timidité et un besoin forcené de solitude. Son désintérêt de l'opinion publique, des honneurs et de l'argent est aussi sincère que total : la gloire l'indiffère, seul compte le plaisir de la recherche. Sa clarté de pensée lui fait simplifier tout problème pour aller d'emblée à l'essentiel. Son sens de l'observation s'accompagne d'un besoin de précision et d'une ponctualité presque maniaque liés à son goût des chiffres et à une extrême honnêteté intellectuelle : il hait l'à-peu-près, le manque de scrupule et l'absence de sens des responsabilités. D'une grande sensibilité, il ne se sent à l'aise qu'au milieu des humbles. Durant près de cinquante ans, il ne cesse de soigner, conseiller et protéger les petites gens de Nha Trang qui le surnomment « *Ong Nam* », Monsieur Nam**, allusion aux cinq galons que lui vaut son grade de médecin colonel des troupes coloniales.

Yersin s'éteint à Nha Trang le 1^{er} mars 1943 alors que, presque octogénaire, il venait de reprendre l'étude du grec et du latin. Il repose au Vietnam, à Suoi Giao, selon sa volonté. Sur sa tombe, soigneusement entretenue, se pratique le « culte du génie tutélaire » et les bouddhistes le révérent comme un *Bodhisattva***.

Pour en savoir plus :

- Bernard N (1955) *Yersin, pionnier, savant, explorateur, 1863-1943*, La Colombe, éd. (Paris)
- Mollaret HH, Brossolet J (1993) *Yersin, un pasteurien en Indochine*, J Belin, éd. (Paris)

** On écrit aujourd'hui « Suoi Dâu », mais nous conservons l'orthographe dont se servit Yersin.

** Instrument qui permet d'obtenir, à une position donnée, une représentation plane simplifiée du ciel à une date quelconque.

** En langue annamite, *nam* signifie cinquième.

** *Bodhisattva* (mot sanskrit, dans le bouddhisme du Grand Véhicule) : qui est sur la voie de l'Éveil, destiné par son existence à devenir bouddha, mais qui retarde son entrée au Nirvana pour apporter son aide à ceux qui souffrent.

(2) Jacotot H (1973) *Assoc Anc El Inst Pasteur* 57, 74-9 et 58, 110-4



Documents communiqués par **JEAN-PIERRE ANCELLE**
membre de l'ADASTA et de la Société Nationale des Ingénieurs Professionnels de France (SNIPF)
(Origine Société Brüel & Kjaer - Acoustique professionnelle)

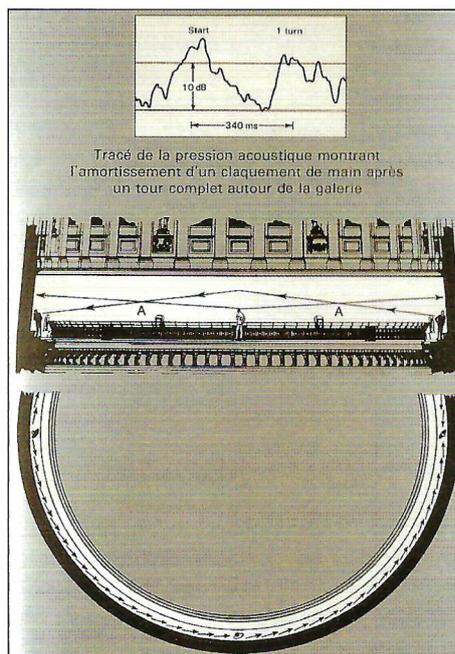
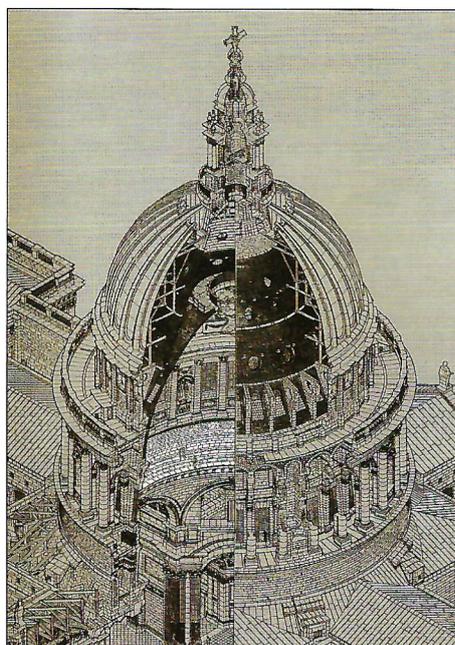
Phénomènes d'acoustique

Cathédrale St. Paul - Londres

Pour ceux qui s'intéressent à l'acoustique, la visite de la célèbre « Galerie des Murmures » est un grand moment : en tournant le visage vers le mur circulaire, au niveau de la base de la coupole, on peut communiquer, en chuchotant, avec une personne se tenant à l'opposé à 35 m de là, l'oreille près du mur.

Certains croient que les réflexions sur la coupole sont à l'origine de ce phénomène unique en son genre, mais une étude géométrique simple en exclut la possibilité. Lord Rayleigh, l'un des physiciens anglais les plus célèbres décrit le phénomène dès 1878 dans son célèbre ouvrage intitulé « Théorie du Son » et suggère alors que le son se propage le long de la surface du mur ; il admet cependant que l'explication du phénomène est délicate mais, en 1910, il donne l'explication mathématique de la façon dont les sons de fréquence relativement élevée « collent » à une surface concave et se propagent en ne perdant que peu d'énergie. Ceci suppose évidemment que la surface présente une absorption sonore négligeable et qu'elle est parfaitement lisse. Dans la « Galerie des Murmures », le mur concave, conducteur du son, est fait de pierres tout à fait lisses qui, outre qu'elles ont été assemblées avec une grande précision, ont été gorgées d'huile et polies, de sorte que l'absorption est absolument négligeable.

Une visite à la « Galerie des Murmures » laisse une grande impression, car les paroles chuchotées peuvent être entendues à grande distance, même s'il y a relativement beaucoup de bruit dans l'immense nef et dans la coupole, la bouche et l'oreille doivent cependant être toutes deux proches du mur, car un faible écart suffit à dégrader considérablement le phénomène.



Document Brüel & Kjaer 1974

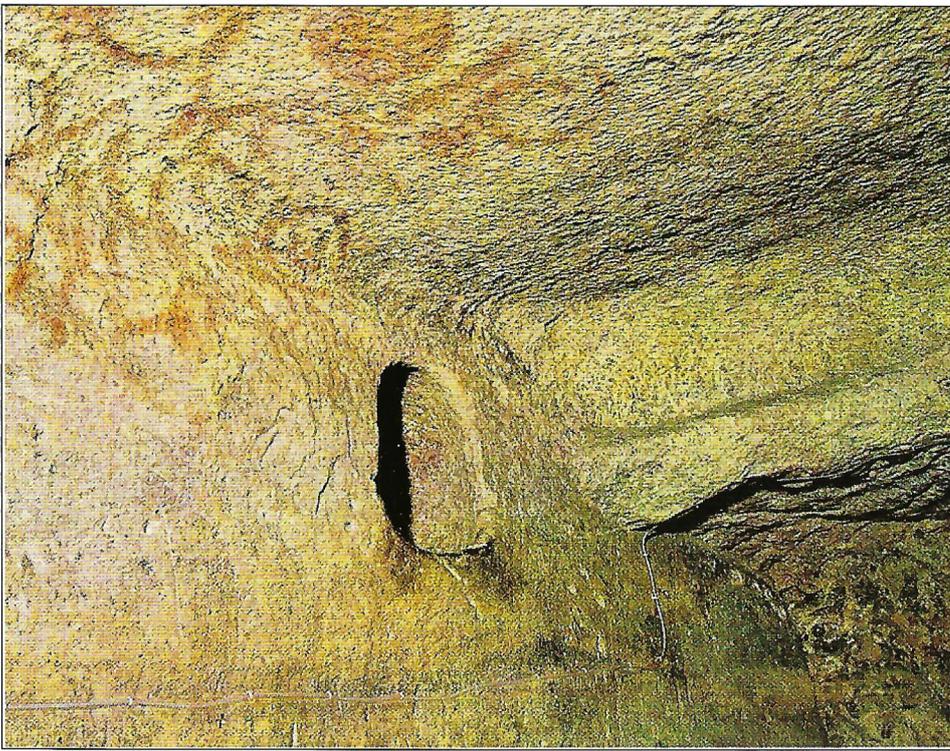
Un résonateur au Néolithique dans l'île de Malte (Découverte datant de 1902)

Pendant des milliers d'années, une culture florissante s'est développée dans l'île de Malte en Méditerranée. On trouve là d'importants vestiges de peuplements datant de l'âge de pierre et

de l'âge de bronze. L'un des plus intéressants, qui est assurément l'une des plus riches trouvailles, est une caverne souterraine de la période néolithique autour de 2400 ans avant J.C., découverte en 1902. La caverne (l'hypogée) se compose de plusieurs pièces, placées l'une au dessus de l'autre. A en juger par la quantité de statues et de dessins muraux, l'hypogée doit avoir servi comme une sorte de temple.

Plusieurs des temples de l'âge de pierre à Malte, tous dans un très mauvais état de conservation, comprenaient une chambre à oracles dans laquelle prévalaient de remarquables conditions acoustiques. L'hypogée mis à jour, et heureusement conforme à son état originel, était resté recouvert depuis l'âge de bronze à travers les civilisations phénicienne, romaine et arabe ; la chambre à oracles est donc restée telle qu'elle avait dû être à l'âge de pierre. On peut voir sur la photographie, à hauteur des yeux, une cavité plutôt grande, découpée comme un résonateur de Helmholtz et accordée sur une fréquence de 90 Hz environ. Du fait des vastes dimensions du résonateur, ni la fréquence de résonance, ni le taux de décroissance ne seront notablement affectés lorsqu'une personne engage sa tête dans la cavité.

Et si un homme y parle avec une voix lente et profonde, les composantes basse-fréquence des paroles seront considérablement amplifiées ; il en résulte un son profond et vibrant non seulement dans la chambre à oracles elle-même, mais aussi dans les chambres adjacentes où la voix paraîtra surnaturelle et effrayante. Un enfant, une femme ou un homme, à voix plus aigüe ne saurait produire aucun effet de résonance avec ce résonateur. Pour les acousticiens modernes, ce phénomène est un simple problème de résonance, mais il n'est pas difficile d'imaginer comment il a pu en être usé et abusé dans les rites religieux de l'âge de pierre. Ce qui fut dit et fait, nous ne le



coupe à de fortes vibrations de résonance, qui font apparaître des ondulations à la surface de l'eau. Celles-ci se concentrent à un tel degré au centre, que l'eau à cet endroit s'élève à trois pieds comme un jet d'eau.

Les décorations à l'intérieur du vase sont importantes pour la vibration correcte de la paroi. Au fond de la coupe, il y a un motif représentant deux poissons nageant en rond et se pourchassant. C'est ce motif qui a donné son nom à la coupe

S'il est difficile de faire chanter un verre de vin en frottant un doigt mouillé sur le rebord, de même, tout le monde ne réussit pas à transformer la vieille coupe chinoise en fontaine. La friction des mains, la pression exercée et la vitesse de frottement doivent être absolument correctes. Dans un institut employant plus de cent personnes quelques unes seulement y arrivèrent. Cependant, ces personnes réussirent à chaque fois à obtenir un jet d'eau d'une hauteur considérable.

Des tentatives ont été faites pour fabriquer des copies de la coupe : quand la copie est réalisée dans tous ses détails en respectant la forme, les motifs de décoration et l'alliage de métal, elle fonctionnera, alors qu'un modèle plus simple, par exemple sans les décorations, ne permet pas de réaliser les effets de jet d'eau. Il est donc difficile d'imaginer comment les Chinois Anciens furent capables de produire ce vase bronze, compte tenu surtout des limites très étroites entre lesquelles sont comprises les tolérances techniques.

Document Brüel & Kjaer 1967



saurons probablement jamais. Ce qui en revanche est certain, c'est qu'il y avait là, techniquement parlant, ample matière à commettre toutes sortes d'impensables et d'illusions du possible. Quelques données techniques :

volume actif du résonateur : 180 dm^3 .
Section du col : 2000 cm^2 . Longueur du

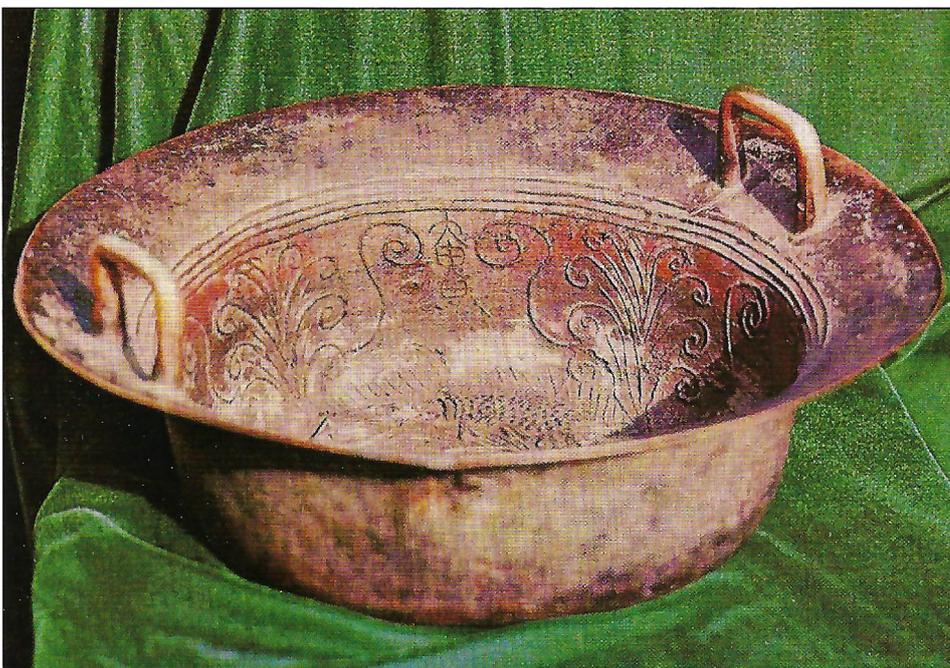
col : env. 5 cm. Fréquence de résonance : 91 Hz.

Document Brüel & Kjaer 1967

Chine La fontaine aux poissons

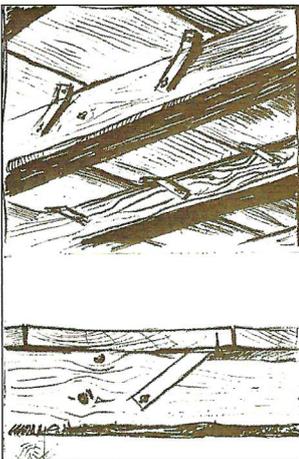
La découverte a été faite récemment d'une coupe de bronze vieille de 2000 ans, originaire de la Chine Ancienne et qui, suivant la tradition, était appelée la « Fontaine aux poissons ».

On remplit le vase à moitié d'eau et on le place sur une surface dure. Puis, en frottant les anses avec les deux mains, on peut amener les parois de la



Le parquet « Rossignol » du Château Nijo à Kyoto

Le château Nijo a été construit au début du 17^{ème} siècle à titre de résidence pour les commandants de la circonscription de Tokyo (Tokugama Shoguns) lorsqu'ils accomplissaient leur visite à Kyoto en ce temps là capitale de l'empire.



Les corridors reliant les salles officielles de réception et de célébration ont toutes des parquets en bois qui donnent un grincement ou un son chantant lorsqu'une personne se déplace sur les lourdes planches qui les constituent.

Selon une légende ce parquet, qualifié de « Rossignol » eu égard à sa musicalité, a été construit de la sorte dans le but d'empêcher les traîtres et les espions de se glisser à la dérobée pour écouter les discussions entre le « Shogun » et son état-major, ou même d'essayer d'assassiner une victime insouciant.

La face inférieure des lourdes planches est légèrement incurvée et comme elles ne sont pas jointives, une personne qui se déplace sur elles provoquera inmanquablement un mouvement des planches. De petites pièces métalliques solidaires des planches sont disposées de manière à racler contre certains boulons fixés aux poutres qui les supportent. Aussi attentif que l'on puisse être, le parquet trahit inévitablement la présence de celui qui s'y déplace.

Document Brüel & Kjaer 1968

Phénomène dynamique d'origine hydropneumatique

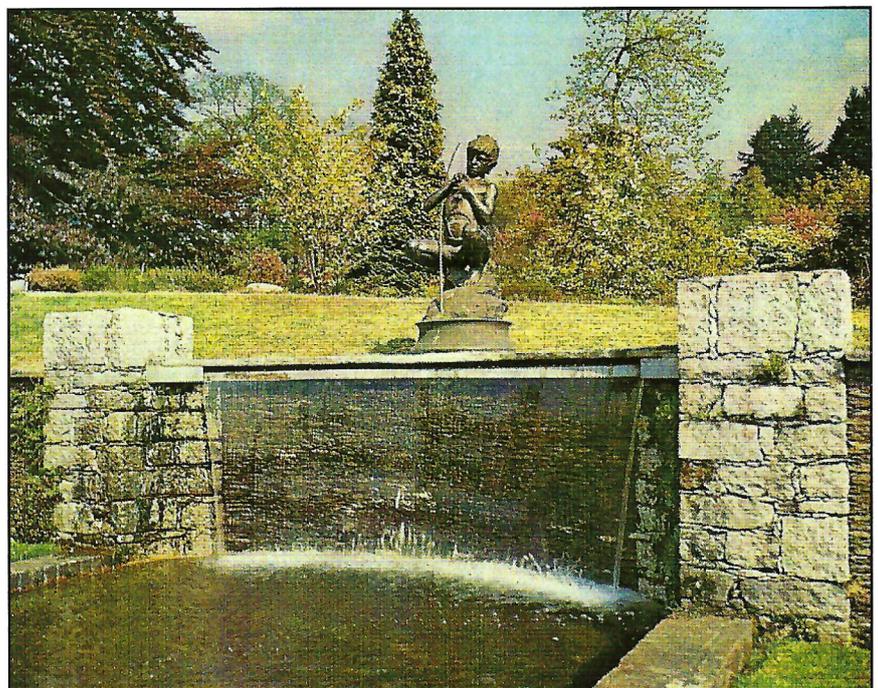
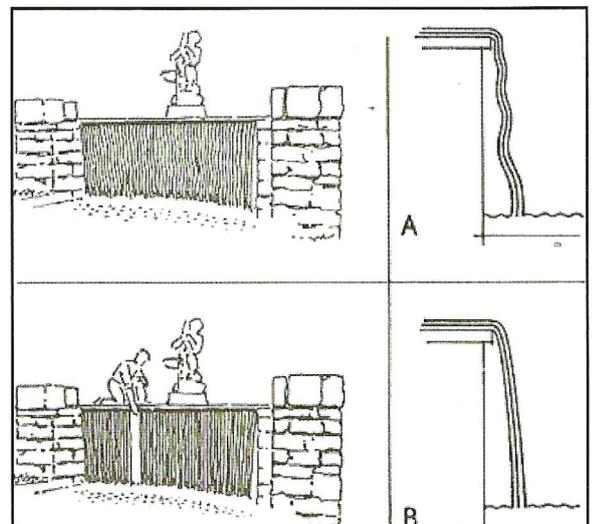
Jardins botaniques de la Villa Taranto – Stresa (Italie du Nord)

Dans quelques chutes d'eau aménagées de main d'homme, on peut admirer un passionnant phénomène ondulatoire. Le croquis A montre que l'eau coule, parallèlement à une paroi, comme si elle était un rideau solide et impénétrable. La couche d'air enclose est d'environ 10 cm. A la partie supérieure du déversoir l'air est partiellement bloqué par le rebord.

Si l'espace d'air est pratiquement emprisonné par le rideau liquide le phénomène précédent apparaît, mais si l'on crée une ouverture au milieu ou sur l'un des côtés il disparaît.

Cela ne peut être expliqué par une simple oscillation dans laquelle l'air agirait à l'instar d'un ressort sur la masse d'eau, car il y a plusieurs « plis dans le rideau », la fréquence est basse, environ 1 Hz, et la même pression devrait donc exister partout.

Document Brüel & Kjaer 1969



LES MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES

UN PEU DE GÉODÉSIE



Par FRANCIS ASPORD

membre Membre de l'ADASTA, Retraité SNCF, Ingénieur Conseil

RÉSUMÉ

Il existe, pour se localiser à la surface de la Terre, deux systèmes mondialement reconnus :

- les coordonnées géographiques (latitude, longitude) datent de 2500 ans
- les coordonnées topographiques (northing, easting) datent de 50 ans

Les comprendre, savoir les utiliser à bon escient, tout en limitant au strict nécessaire les formules à connaître, tel est le but de cet article.

PRÉAMBULE

Avant la conquête spatiale, chaque pays avait développé son propre système de localisation national, ajustant ses calculs à la forme de la Terre, limitée à son territoire. En France cela correspond au système Lambert, utilisé par le cadastre, par exemple. Depuis, sous l'impulsion du GPS, la géodésie a harmonisé les données des différents satellites ce qui a conduit au WGS84 (World Geodetic System défini en 1984) que je vous conseille d'utiliser exclusivement, sous peine d'erreurs de plusieurs centaines de mètres avec d'autres systèmes de coordonnées.

Il existe aussi le système de coordonnées cartésiennes qui sert exclusivement aux calculs intermédiaires d'astronomie et de géodésie, ses résultats bruts n'étant pas facilement interprétables.

HYPOTHÈSES SIMPLIFICATRICES

La Terre est une sphère sans relief qui tourne autour de son axe polaire et possède une gravité. Pour s'y repérer il suffit donc de deux coordonnées de surface.

Les coordonnées géographiques :

Elles portent le nom de latitude et longitude. Ne vous fiez pas à la ressemblance des noms, ces deux coordonnées ont des propriétés très différentes.

LA LATITUDE

Lorsque l'on coupe la Terre par des plans perpendiculaires à l'axe polaire, on obtient des cercles appelés parallèles, de rayon variable, le plus grand d'entre eux, situé à mi-chemin des deux pôles, étant appelé équateur.

En tout point de station sur Terre la gravité indique la direction verticale, à l'aide d'un fil à plomb, et le plan horizontal, à l'aide d'un niveau à bulle.

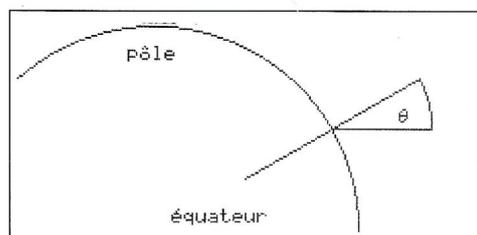


Fig. 1

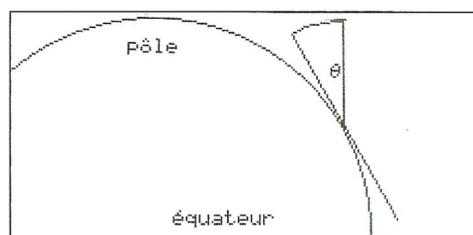


Fig. 2

La latitude du point est alors l'angle entre la verticale et le plan de l'équateur, ou, ce qui revient au même, l'angle entre l'axe polaire et le plan de l'horizon. L'hémisphère nord possédant une étoile polaire, cette dernière définition revient à mesurer la hauteur de cette étoile sur l'horizon, ce que les astronomes savent faire avec précision.

C'est ainsi que naviguaient les Vikings, cap à l'ouest, en gardant une hauteur constante à l'étoile polaire, celle de leur port de départ. Ils naviguaient donc uniquement à parallèle constant et découvrirent ainsi l'Islande et le Groenland, terres qui se trouvent donc à la même latitude que la Norvège.

De tout temps, le passage de l'équateur a été considéré comme un changement de monde. C'est qu'en effet les deux hémisphères sont très dissemblables astronomiquement parlant. La Croix du sud remplace la Polaire, le Soleil passe au méridien côté nord, les croissants de la Lune sont inversés ainsi que les saisons, le ciel étoilé fait dans la nouveauté, les deux nuages de Magellan étant les plus connus. Physiquement parlant, le pendule de Foucault et les ouragans changent de sens de rotation.

L'origine des latitudes est donc, tout naturellement, l'équateur, les pôles correspondants à 90° nord ou sud. La France est coupée par le parallèle 45°N sur une ligne Bordeaux / Briançon, indiquée, sur les routes principales, par un panneau routier.

Avant de quitter la latitude, présentons le mile marin, ou mile nautique (nautical mile) : c'est la distance parcourue dans une direction sud-nord lorsque la latitude a augmenté de 1' (1° = 60' = 3600"). Sa valeur internationale est de 1852m. Avant l'arrivée du GPS c'était la limite de précision des relevés au sextant effectués par les marins.

LA LONGITUDE

Lorsque l'on coupe la Terre par des plans passant par l'axe polaire, on obtient des cercles appelés méridiens, de rayon constant égal au rayon de l'équateur. Il n'y a donc pas de méridien particulier comme il y a un parallèle particulier : l'équateur. Chaque pays ayant choisi comme méridien origine celui passant par l'observatoire astronomique de sa capitale, les cartes n'avaient aucune cohérence entre elles. Vers 1900 une conférence internationale a donc fixé le méridien origine comme étant celui de Greenwich, la plupart des cartes marines étant d'origine anglaise du fait de la puissance historique de la Navy. La France est coupée par le méridien 0° sur une ligne Le Havre / Tarbes, indiquée, sur les routes principales, par un panneau routier. Depuis l'opération médiatique « la méridienne verte », des panneaux routiers indiquent aussi, du nord au sud de La France, le méridien de Paris, situé officiellement à 2°20'14,025"E. Le point le plus proche de Clermont-Ferrand se situe dans la Creuse à 10,1km à l'ouest de Giat (PDD).

La mesure des longitudes a longtemps posé problème. En effet, un changement de longitude ne change rien aux phénomènes astronomiques, il les décale simplement dans le temps. Mesurer une longitude revient donc à mesurer un écart de temps avec le port de départ, ce qui n'est possible que si vous maîtrisez la mesure du temps avec précision. Les Vikings comptaient les jours et les nuits, dans la marine à voile il y avait un poste de « garde temps » chargé de retourner un sablier toutes les 10 minutes. Tout cela n'était guère satisfaisant : la même île apparaissait en chapelet, sur les cartes d'époque, car on lui avait attribué, à tort, des longitudes différentes. La solution fut trouvée avec l'invention du chronomètre de marine, fonctionnant avec un ressort spirale, insensible aux mouvements du navire.

De nos jours, le moyen le plus simple de connaître l'heure avec précision consiste à la lire sur un GPS puisque son fonctionnement repose sur une connaissance ultra précise de cette donnée. Notons, en passant, que le GPS est la seule application de la vie courante où il est indispensable de tenir compte des effets relativistes qui perturbent les horloges atomiques, embarquées dans les satellites, par rapport aux mêmes horloges, fixes, des stations de suivi terrestres. Faute quoi apparaît une erreur de position de 10km

Revenons à notre longitude. Si vous faites un voyage entre Brest et la frontière Hongrie / Roumanie vous constaterez facilement le phénomène. En effet la France, l'Allemagne, l'Autriche et la Hongrie ont choisi le même fuseau horaire (TU+1 en hiver, TU+2 en été). Or l'écart de longitude est de 28°, valeur bien supérieure à la valeur théorique d'un fuseau horaire qui est de $360^\circ / 24h = 15^\circ$, le Soleil se couche donc à Brest avec un retard de 1h52m par rapport à la frontière Hongrie / Roumanie, ce qui se perçoit facilement. Dès que vous franchissez la frontière Roumaine vous changez de fuseau horaire et l'écart se réduit donc immédiatement d'une heure, ce qui le rend moins sensible. C'est d'ailleurs pour cela qu'on a créé les fuseaux horaires !

L'origine des longitudes étant fixée, on peut faire 180° vers l'ouest ou vers l'est. Le méridien 180° ouest ou est étant le même on l'appelle « ligne de changement de date ». Si vous le franchissez vous devez modifier la date de plus ou moins un jour sur votre carnet de bord. Certains grands navigateurs n'y ont pas pensé et sont donc rentrés en Europe avec une date erronée d'un jour. Quant à Phileas Fogg, c'est comme cela qu'il a gagné son pari !

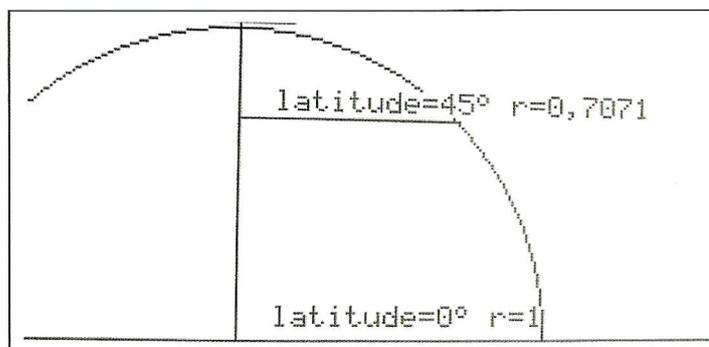


Fig. 3

Abordons maintenant le grand piège de la longitude dans lequel j'espère vous aider à ne pas tomber. Nous avons vu que 1' de latitude correspond à une distance de 1852m et ce, quelle que soit la latitude. 1' de longitude sur l'équateur correspond à la même distance. Mais au fur et à mesure que vous remontez vers les pôles, le rayon des parallèles diminue. Il est même complètement nul aux pôles où vous changez de

longitude, sans vous déplacer, en tournant simplement sur vous-même. Les pôles sont des points singuliers du système où la longitude n'est pas définie. En conclusion voilà « la » formule à connaître pour éviter le piège : 1' de longitude correspond à une distance de $1852m \times \cos(\text{latitude})$.

Si vous devez vous déplacer à la fois en latitude et en longitude, sur une distance faible par rapport au rayon de la Terre, vous utilisez la formule du triangle rectangle de Pythagore qui vous donne à la fois la distance à parcourir et le cap à suivre.

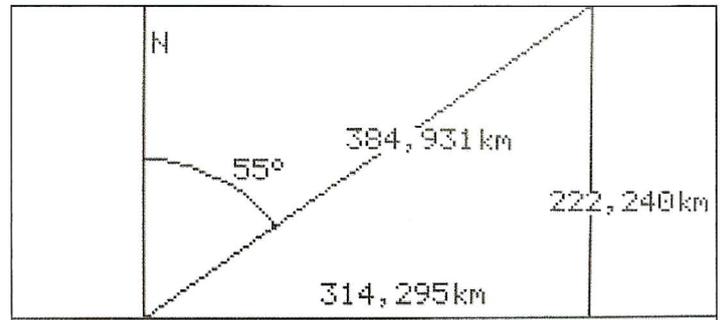


Fig. 4

Illustrons par un calcul numérique pour bien préciser la méthode. Joignons le point 44°N/1°W dans les Landes au point 46°N/3°E dans l'Allier. Le mile marin étant défini au mètre près, les calculs sont donnés avec cette précision, mais, scientifiquement parlant, je suis en tort car une telle précision n'est pas compatible avec la formule approximative de Pythagore qui n'est réellement juste que sur un plan et non sur une sphère. N'oubliez pas non plus l'imprécision concernant les coordonnées des deux points. En fin de compte, tout ceci donne un calcul simple et d'une précision tout à fait satisfaisante...sans oublier que c'est une distance « à vol d'oiseau ».

- écart en latitude $46^\circ - 44^\circ = 2^\circ = 120' = 1,852km \times 120 = 222,240km$
 - latitude moyenne $= (44^\circ + 46^\circ) / 2 = 45^\circ$ d'où $\cos(45^\circ) = 0,7071$
 - écart en longitude $3^\circ + 1^\circ = 4^\circ = 240' = 1,852km \times \cos(45^\circ) \times 240 = 314,295km$
 - distance² $= (222,240)^2 + (314,295)^2$ d'où une distance de 384,931km.
 - Tangente (cap) $= 314,295 / 222,240$ d'où un cap de 54,735°.
- Les caps sont arrondis au degré et donnés sur 3 chiffres avec zéro à gauche si besoin d'où cap 055. Les caps tournent dans le sens des aiguilles d'une montre, nord=000, est=090, sud=180, ouest=270.

NB : Pour les lecteurs souhaitant approfondir ce calcul de géodésie, il faudra considérer la Terre comme un ellipsoïde de révolution, calculer la distance sur la ligne de plus court chemin, appelée orthodromie, enfin tenir compte du fait que le cap varie constamment sur toute la trajectoire. Ce type de calcul est effectué par les compagnies aériennes pour réduire les coûts, mais l'impact ne se fait sentir que sur des milliers de km.

CONCLUSION

Les coordonnées géographiques s'adressent aux trajets se comptant en centaines ou milliers de km. Il n'y a pas de discontinuités, sauf aux deux pôles. On les trouve facilement sur internet en tapant le nom des villes concernées. Le calcul cap / distance est simple sur une sphère.

Leurs défauts :

- échelles de distance différentes entre nord / sud et est / ouest
- conversion ° ‘ ‘ / km pas simple à faire de tête.

Ces coordonnées ont été inventées pour les marins, puis reprises par les aviateurs. Ces gens pensent « nautiques » et non km. C'est pourquoi l'armée de Terre américaine a inventé le deuxième système que nous allons voir, pour ses fantassins, et qu'il a été repris par tous les autres randonneurs sous le nom d'UTM (Universal Transverse Mercator).

LES COORDONNÉES TOPOGRAPHIQUES OU UTM

Elles portent le nom de northing et easting car elles ne correspondent pas exactement au nord et à l'est. Par construction ces deux coordonnées ont des propriétés symétriques. Comme tout système inconnu elles font peur aux débutants. En fait elles sont d'un usage simple et agréable en randonnée depuis que les cartes IGN série bleue au 1/25000^{ème} les ont adoptées. Avec un GPS cela devient un jeu d'enfant de se localiser car le quadrillage est imprimé sur l'ensemble de la carte.

L'EASTING

Pour éliminer les défauts du système précédent on décide d'utiliser un quadrillage carré au pas de 1km (notons, avec plaisir, le choix de l'unité internationale de longueur, par l'armée américaine). Ce quadrillage étant orienté nord au milieu de la zone il se courbe obligatoirement lorsqu'on se déplace vers l'ouest ou vers l'est puisqu'on lui impose de rester carré. Pour éviter que cette courbure ne devienne trop gênante la Terre est découpée en 60 zones de 6° de longitude chacune.

La France ouest est alors dans la zone 30 qui va de 6°W à 0°W. La France centre (dont l'Auvergne) est en zone 31 de 0°E à 6°E et la France est dans la zone 32 de 6°E à 12°E. Il y a donc des discontinuités d'easting tous les 6° de longitude ce qui les rend incompatibles avec des calculs à longue distance. C'est pourquoi on doit obligatoirement préciser le numéro de zone car il y a 60 points sur Terre qui possèdent le même easting.

Pour éviter les nombres négatifs le milieu de zone a pour easting 500 et non 0. Illustrons ce qui se passe en Auvergne. Le méridien 3°E passe au Puy de Dôme. Donc l'Auvergne est au centre de la zone 31 et donc, ici, le quadrillage UTM correspond exactement au nord. Par contre sur une carte de Cognac ou de Chambéry on voit nettement une courbure de l'ordre de 2° par rapport au nord, ce qui n'est pas bien gênant d'ailleurs compte tenu de la précision d'un cap boussole qui est du même ordre.

LE NORTHING :

C'est la distance à l'équateur. Il n'y a pas de discontinuité. Par définition du mètre la distance équateur / pôle fait 10.000km pour 90° de latitude. Donc à Aurillac, latitude 45°N, le northing vaut 5000. C'est tout simple !

Illustrons avec un point situé au northing = 5000,123 easting = 500,345. Vous cherchez sur la carte le carré kilométrique 5000 / 500. Vous êtes donc à 123m plus au nord et 345m plus à l'est. Il vous reste ensuite à préciser votre position à l'intérieur du carré. Pour cela deux méthodes :

- à l'œil, en divisant le carré par 2, 4, 8, on atteint facilement une précision de 125m
- à la boussole, spécialement calibrée pour les cartes au 1/25000^{ème}, soit une graduation tous les 4mm, on atteint cette fois une précision de 25m qui est la limite de précision de ces cartes, le GPS donnant, quant à lui, en principe +-10m.

C'est fini ! Sachant maintenant où vous êtes, vous allez en déduire, sans calcul, combien de km il vous reste à faire pour retrouver votre voiture et dans quelle direction il faut marcher. N'oubliez pas que ce système s'adresse à des randonneurs qui peuvent affronter des conditions météo pénibles, donc pas de cosinus, pas de Pythagore, pas de calculatrice !

northing 5000,123			easting 500,345

Fig. 5

ILLUSTRONS LA MÉTHODE

En comptant les carrés kilométriques vous constatez que votre voiture se trouve à 3km est, 2km nord. Donc la distance est supérieure à 3km et inférieure à 5km : il vous reste, grosso modo, 4km à faire, soit environ 1 heure de marche. Il sera conseillé de refaire le point tous les km, donc toutes les 15 minutes.

Pour le cap c'est plus que NE et moins que E, vous réglez votre boussole au milieu ENE.

Ce n'est pas bien précis ? D'une part c'est largement suffisant, d'autre part au moment des points intermédiaires, votre GPS vous indiquera une nouvelle estimation qui s'affinera au fur et à mesure de votre approche. Je peux vous dire, par expérience, que tout cela fonctionne parfaitement.

CONCLUSION

Les coordonnées topographiques s'adressent aux trajets se comptant en km ou dizaines de km. Il y a des discontinuités à chaque frontière de zone mais ce n'est pas bien gênant. Vous ne trouverez pas sur internet les coordonnées de votre buron préféré, utilisez pour cela une carte IGN série bleue. Le calcul cap / distance se fait, tout simplement, au jugé. Doté d'un GPS c'est un système très pratique.

Leurs défauts :

- discontinuités entre zones
- défaut de parallélisme avec le nord
- coordonnées identiques dans des zones différentes, distantes d'environ 500km
- transformation northing / easting vers latitude / longitude très difficile sans GPS ou logiciel spécialisé
- encore mal connues. Pour indiquer aux secours où venir vous sauver préférez le système latitude / longitude.

Ces coordonnées ont été inventées pour les fantassins, puis reprises par les randonneurs. Dans ce rôle elles sont parfaites.

La fin d'année approche, demandez donc au Père Noël un GPS de randonnée compatible UTM (150E), une boussole calibrée au 1/25.000^{ème} (10E) et une carte IGN série bleue avec le logo orange « GPS » de votre coin de campagne (10E). Je parie que vous ne pourrez plus vous en passer. Si vous possédez, en plus, un ordinateur, un logiciel de cartographie (150E) vous facilitera grandement la préparation de votre trajet théorique et la visualisation de votre trajet réel. Il existe, à Clermont-Ferrand, un magasin spécialisé qui vous vendra le tout.

Sur ce... bonne balade !

HISTOIRE DE L'IG-FARBEN

(1905-1952)



Suite à la conférence donnée par **JEAN-PHILIPPE MASSOUBRE**
Ingénieur chimiste de l'ENSCCF, retraité

L'IG-Farben a été la plus grande société chimique mondiale pendant la première moitié du vingtième siècle. Elle a été une pépinière de prix Nobel de chimie et de médecine. On lui doit de grandes avancées technologiques et scientifiques dans des domaines très variés, comme la synthèse de l'ammoniac, le caoutchouc synthétique, la chimie des polyuréthanes, de nombreux médicaments, et bien d'autres produits encore.

Et cependant, cette société allemande fut dissoute par les Alliés après la seconde guerre mondiale. Plusieurs de ses dirigeants furent condamnés pour crime de guerre.

Cette conférence raconte l'histoire de cette société, en la replaçant dans son contexte politique.

en l'occurrence des ouvriers belges et des prisonniers de guerre russes.

- d'autre part la mise au point et l'emploi sur le front de gaz de combat (chlore, phosgène, et ypérite).

Après la défaite de l'Allemagne en 1918, les filiales de l'IG-Farben à l'étranger furent saisies, et les usines revendues aux enchères dans les pays respectifs (France, Angleterre, Etats-Unis).

Le redémarrage après-guerre fut rendu encore plus difficile par la période d'hyperinflation de 1923, ce qui incita l'IG-Farben à changer ses structures pour être plus compétitive. Les différentes sociétés constituantes fusionnèrent en 1925 pour donner une nouvelle société, l'IG-Farbenindustrie A.G., que l'on appela très vite de nouveau l'IG-Farben.

- I.G. FARBEN EN QUELQUES DATES -

Avant 1905	différentes sociétés concurrentes (BASF / Bayer / AGFA ...)
1905	création de la « petite I.G. » (Bayer / BASF / AGFA)
1916	création de la « grande I.G. » (Bayer / BASF / AGFA / Hoechst / Cassella / Kalle / ter Meer / Griesheim-Elektron)
1918	fin de la première Guerre Mondiale / nationalisation des biens allemands dans les pays alliés
1925	création de l'I.G. Farben
1945	« année zéro » pour l'Allemagne en zone occidentale : usines « Under Allied Control » en zone orientale : usine « soviétiques » puis « du peuple » en 1949
1952	dissolution de l'I.G. Farben / création de 12 nouvelles sociétés (BASF, Bayer ...)

LA PÉRIODE 1905-1925

L'IG-Farben est à l'origine une société de production de colorants synthétiques. Elle est née en 1905 du rapprochement de trois grandes sociétés chimiques, Bayer, Basf, et Agfa. D'autres sociétés sont venues rejoindre ce trio en 1916, puis cette société prend sa forme définitive (société anonyme) en 1925.

Très vite, l'IG-Farben s'est diversifiée dans de nombreux domaines industriels. L'une de ses grandes réussites fut la mise au point de la synthèse de l'ammoniac et des engrais dérivés en 1909.

Pendant la première guerre mondiale, elle joue un rôle non négligeable dans l'effort de guerre allemand en fabriquant des poudres et explosifs. Mais son image fut ternie par deux faits marquants :

- d'une part l'emploi de main d'œuvre forcée dans ses usines,

(*) NW 7 était le département politico-économique de l'IG-Farben, et à ce titre, émettait des rapports en interne, mais aussi parfois destinés à l'administration ou au monde politique. Le rapport « le nouvel ordre de la chimie en Europe » était destiné au gouvernement allemand de l'époque, et expliquait la stratégie industrielle que l'entreprise entendait appliquer dans la nouvelle Europe sous hégémonie allemande.

- ORGANISATION DE L'I.G. FARBEN -

Filiales en Allemagne

I.G. FARBEN	I.G. CHEMIE
--------------------	--------------------

Siège à Bâle en Suisse

Directoire/
Conseil de Surveillance /
Conseil central

Filiales à l'étranger

3 divisions opérationnelles

div. 1 : produits azotés / essences de synthèse

div. 2 : chimie minérale / colorants / médicaments / phytosanitaires / parfums.

div. 3 : photographie / textiles.

5 « communautés d'usines »

Siège social à Francfort / Main (services généraux)

Service NW7 à Berlin*

- Services finance, politique, juridique

- Les « hommes de liaison » de l'I.G. Farben.

LA PÉRIODE 1925-1939

Ce fut une période de grande expansion et de développement tout azimut, avec cependant un coup d'arrêt en 1930/31/32, comme conséquence du krach de Wall Street de 1929.

De nombreuses nouvelles usines sont construites en Allemagne, en particulier dans le cadre du « contrat essence » conclu avec le gouvernement allemand pour fabriquer de l'essence synthétique à partir du charbon. A l'étranger, l'IG-Farben s'efforce de retrouver ses positions en signant des contrats de coopération ou de cession de licence avec d'autres

sociétés chimiques. Il faut évoquer en particulier l'important travail réalisé avec la société pétrolière américaine Standard Oil (aujourd'hui Exxon). Une société commune 50/50, la Jasco, sera créée en 1930 afin de gérer et de commercialiser les multiples brevets déposés. Ce travail très fructueux ne sera interrompu que par la guerre en 1940. A cette date, plus de 2000 brevets auront été déposés, dont les plus importants portent sur de nouveaux procédés de raffinage du pétrole (Hydrocracking), la fabrication d'essence à haut indice d'octane, d'huiles de graissage, la mise au point de caoutchoucs synthétiques, et bien d'autres produits encore.

LA PÉRIODE 1940-1945

De nouveau l'IG-Farben (ainsi que les industries sidérurgique, aéronautique et automobile) devient un élément majeur pour l'effort de guerre allemand. La société produit l'essence indispensable aux moteurs des chars et des avions, le caoutchouc pour les pneumatiques, le textile pour les uniformes, la poudre pour les bombes. Mais aussi, elle n'hésite pas à profiter de la situation politique dans les pays occupés pour s'y installer, généralement en créant des filiales où elle est majoritaire. En France par exemple, l'IG-Farben va créer la société Francolor, dont elle détient 51% du capital, et qui regroupe la totalité de l'industrie française des colorants.

A cause d'une pénurie croissante de main d'œuvre allemande, l'IG-Farben va être progressivement amenée à employer une main d'œuvre étrangère nombreuse (environ 40% des effectifs en 1944 sont d'origine étrangère).

C'est elle aussi (par l'intermédiaire d'une de ses filiales, la Degesch) qui va produire le gaz Zyklon B, qui sera employé par les nazis dans les camps d'extermination.

Enfin l'IG-Farben, lors de la construction d'une importante usine à quelques kilomètres du camp d'Auschwitz, va utiliser de la main d'œuvre issue de ce camp.

- L'I.G. FARBEN ET LA STANDARD OIL -

Standard Oil :

- société fondée en 1870 par John Rockefeller
- éclatée en 34 sociétés en 1911 par la Cour Suprême des U.S.A.

- Standard Oil Company of New Jersey (Jersey Standard puis Esso, Exxon)
- Standard Oil Company of New York (Socony puis Mobil)
- Standard Oil

Jersey Standard et l'I.G. Farben décident de mener ensemble un programme de recherche ambitieux : de 1929 à 1939 plus de 2000 brevets communs déposés.

1929 : fondation de la Standard I.G. Company (S.I.G.)
80/20

1930 : fondation de la Jasco (Joint America Study Company) 50/50

1939 : mémorandum de la Hague (mise en fiducie au sein de la Standard)

1942 : confiscation par l'A.P.C.

1945 : procès intenté par la Standard contre l'A.P.C. pour spoliation indue (procès perdu)

1953 : la Standard rachète la Jasco aux enchères.

L'aryanisation exigée par le gouvernement national-socialiste à partir de 1933 va la gêner considérablement, en provoquant le départ de nombreux cadres d'origine juive et en ternissant de nouveau son image à l'étranger.

Carl Bosch, ancien patron de la Basf, devenu le nouveau patron de l'IG-Farben à partir de 1925, et anti-nazi notoire, devra démissionner en 1935 sous la pression du gouvernement, pour céder la place à son dauphin, Hermann Schmitz.

- LES DIRIGEANTS DE L'I.G. FARBEN -

Carl DUISBERG 1861 – 1935

Chimiste chez Bayer / membre du Directoire en 1900
Patron « de droit divin » / initiateur de la premier I.G. en 1905

Carl BOSCH 1874 – 1940

Chimiste chez BASF / Directeur général de la BASF en 1919
Procédé Haber-Bosch en 1908 / Prix Nobel de chimie en 1931
Patron de l'I.G. Farben : 1925 – 1935
« Découvreur de talents », humaniste, anti-nazi

Hermann SCHMITZ 1881 – 1960

Financier / membre du Directoire de la BASF en 1920
Patron de l'I.G. Farben de 1935 à 1945

- L'I.G. FARBEN PENDANT

LA SECONDE GUERRE MONDIALE -

Volonté de puissance / expansion européenne / domination industrielle

- en Autriche : création de Donau-Chemie
- en Tchécoslovaquie : création de Chemische Werke Aussig-Falkenau
- en Pologne : création de Teerfarben Werke Litzmannstadt
- en France : création de Francolor et Theraplix
- en Russie : création de Chemie Ostland Kontinentale Öl
- en Norvège : création de Nordisk Lettmetall
- dans les Balkans (Yougoslavie, Roumanie, Hongrie, Grèce) : peu d'intérêt
- en Italie : résistance forte de la part de Montecatini

NW7 publie un rapport en 1940 sur, « Le nouvel ordre de la chimie en Europe »
en même temps : aryanisation pratiquée a minima mise sous protection de cadres juifs

- décision de construire une usine de Buna à Auschwitz
- emploi de gaz Zyklon B dans les camps d'extermination
- emploi de travailleurs forcés dans les usines
- participation à la réunion du 10 Août 1944 à Strasbourg : industriels + hauts fonctionnaires de la SS + représentants de banques suisses

but : préparer l'après-guerre en sécurisant des fonds à l'étranger par l'intermédiaire de banques suisses.

Aux conférences de Yalta, puis de Potsdam, les Alliés expriment leur intention de « détruire ou de mettre sous contrôle » l'industrie allemande ayant contribué à la guerre. L'IG-Farben est clairement visée par ces déclarations.

Les dirigeants de l'IG-Farben vont être jugés lors d'un second procès de Nuremberg en 1947 (les responsables politiques nazis ont été jugés pendant le premier procès de Nuremberg un an auparavant). Certains seront condamnés pour « participation au programme de travail forcé et d'extermination de masse », ainsi que pour « pillage et vol dans les pays occupés ». D'autres seront jugés non-coupables et relâchés.

Et en 1950, la haute commission alliée va publier une loi de démantèlement de l'IG-Farben en douze sociétés héritières (dont Basf, Bayer, Hoechst,.....). Cette loi entre en vigueur en 1952. C'est la fin de l'histoire de l'IG-Farben.

- LES SUCCESSEURS DE L'I.G. FARBEN AUJOURD'HUI -

BASF numéro 1 mondial dans l'industrie chimique
95000 salariés
rachète en 2008 la chimie de Ciba/Geigy / Sandoz

BAYER holding Bayer AG
106000 salariés
Bayer Cropscience n°1 mondial
Bayer Healthcare
Bayer Materialscience

La chimie a été externalisée en 2005 pour donner LANXESS

HOECHST fusion avec Rhône-Poulenc pour donner
AVENTIS (1999)
en 2002 Bayer rachète Aventis Cropscience
en 2004 OPA hostile de la part de Sanofi-Synthelabo pour donner
Sanofi-Aventis

AGFA fusion en 1964 avec Gevaert N.V. pour donner
Agfa-Gevaert
rachat par Bayer en 1980
mise en bourse en 1990 sous le nom d'AGFA (société belge)

ILS NOUS ONT QUITTÉS

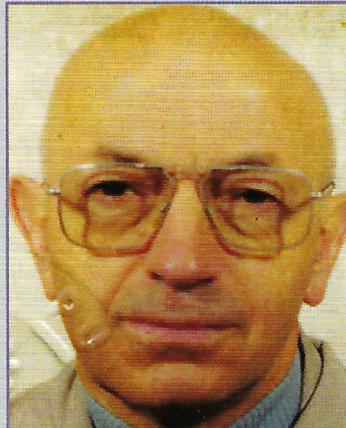
Au cours de l'été dernier l'ADASTA a été endeuillée par le décès de deux fidèles adhérents de notre Association, ils étaient tous les deux, chacun à leur manière, passionnés de culture scientifique.

Yvon POINTUD, né à Limoges en 1939, a été étudiant à Toulouse, puis élève à l'Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Montpellier d'où il sort avec le diplôme d'Ingénieur chimiste. Il prépare alors une thèse d'état à l'Université de Paris VI-Jussieu. Devenu Docteur d'Etat, il est nommé chercheur CNRS d'abord à Paris VI puis à Clermont-Ferrand au Laboratoire de Physico-Chimie des Solutions où il termine sa carrière.



Yvon Pointud a toujours cultivé une large érudition qu'il distillait dans un humour agréable, parfois décapant et dans des questions pertinentes qui faisaient le bonheur de tous. Humaniste chaleureux et retraité joyeux, la Mort l'a fauché, le 8 Juin 2009, au cours de ses vacances à Perpignan où il était avec son épouse. Atteint depuis plusieurs années d'une fibrose pulmonaire idiopathique évolutive, une pneumonie bactérienne l'a conduit en soins intensifs, pendant 3 semaines, à l'hôpital de Perpignan où les médecins et la présence constante de son épouse n'ont pu, hélas ! le sauver.

Jacques BERLIOUX, né au Puy en 1926, après des études secondaires dans sa ville natale est venu comme étudiant en Sciences Physiques à la Faculté de Clermont-Ferrand. Après l'obtention de la licence de Physique-Chimie, il part, comme professeur auxiliaire d'abord à Saint-Flour en 1952, puis dans plusieurs villes de l'Académie tout en continuant des études supérieures en vue de l'obtention du CAPES auquel il est reçu en 1958 à Riom où il est enseignant. En 1964, il est nommé au Lycée Blaise Pascal à Clermont-Ferrand.



Le retour dans une ville universitaire lui permet alors de développer son appétit de connaissances scientifiques : il fait partie des fondateurs de l'Association des Astronomes Amateurs d'Auvergne, en 1964. Il amène ses élèves en car pour visiter le CERN, il participe activement à la préparation du Colloque Teilhard de Chardin en 2005 malgré le début d'une longue maladie qui va l'emporter le 14 août 2009, après une hospitalisation à domicile. Il meurt paisiblement entouré des siens.

L'ADASTA tenait à évoquer ces trois personnalités attachantes et à transmettre à leur famille ses très sincères condoléances.

LE MONT BAR



Texte de **CLAUDE LANET**
Photos de **HENRI CHOIGNARD** avec son accord



Une tourbière installée dans un cratère, cela peut paraître banal, surtout en Auvergne. Mais que le volcan qui la porte soit un cône de scories, constitue une curiosité rare et même unique en Europe.

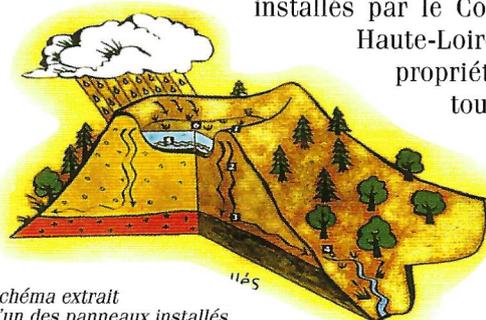
Relativement jeune à l'échelle géologique, le Mont Bar est un cône de scories flanqué au sud-est de deux coulées. Âgé de 790 000 ans environ, il est perché sur un vieux socle granitique (granite rubané à biotite et porphyroïde à biotite de La Chaise Dieu pour être précis).

Pour monter à son sommet et voir la tourbière, le chemin le meilleur, le plus court aussi, démarre du village d'Allègre, à côté de la salle polyvalente. Il faut compter une demi-heure à trois quarts d'heure de marche, pour gravir les 115 mètres de dénivelé qui vous conduiront sur la lèvre Nord du cratère, à 1150 mètres d'altitude.

Lors de votre ascension, vous cheminerez au départ, au milieu de grosses scories noires, visibles sur la droite. Puis vous pourrez également trouver de jolies bombes à noyau d'olivine. Sur la lèvre nord du volcan, vous rencontrerez le premier des quatre pupitres d'explication installés par le Conseil Général de Haute-Loire,

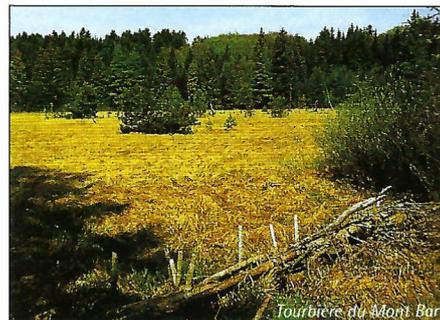
devenu propriétaire de la tourbières afin de la protéger. Une invitation à descendre au bord de la tourbière !

Schéma extrait d'un des panneaux installés par le Conseil Général de Haute-Loire



Une couche d'argile rouge s'est déposée pendant la période glaciaire du Wurm (de 15 à 20 000 ans) au fond du cratère, provenant probablement de l'altération des scories. Cette couche imperméable a provoqué la création d'un lac.

Celui-ci fut lentement colonisé à partir des berges par une végétation spécifique. Premiers colons, les fraisiers d'eau, poussant sur un sol vaseux, allongent leurs rhizomes à l'horizontale et conquièrent l'eau libre. Ils forment alors un radeau permettant l'installation de nouveaux végétaux comme les sphaignes.



Tourbière du Mont Bar

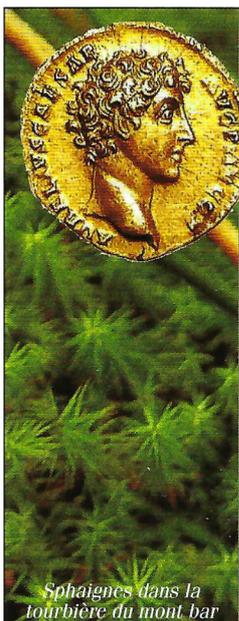
Ces plantes caractéristiques des tourbières, qui ont une croissance rapide, meurent, s'accumulent et se tassent lentement pour former la tourbe. Ainsi, 8 à 9000 ans avant notre ère, le lac devint tourbière.



Pour profiter d'une vue d'ensemble sur le Mont Bar, montez jusqu'aux ruines du château sur le Mont Bourry. La "Potence" y domine le bourg médiéval d'Allègre.

En 1821, elle fut partiellement asséchée pour en faire une prairie. Ce drainage entraîna une modification de la végétation. Des arbres commencèrent à pousser, mais lorsque le drain ne fut plus entretenu, vers 1940, l'eau s'accumula à nouveau. La végétation aquatique reprit ses droits et les arbres dépérèrent : ce sont ceux que nous voyons au milieu de la tourbière qui couvre aujourd'hui une surface de 3,5 hectares.

Le trésor du Mont Bar



Les druides auraient fait du cratère du Mont Bar, un lieu sacré recevant les riches offrandes des croyants. On raconte également que sous l'occupation romaine de véritables joutes nautiques se seraient déroulées sur le lac, au cœur de cette arène naturelle ! Quoi qu'il en soit, en 1821 les paysans d'Allègre voulant faire de la tourbière une prairie, creusèrent un drain pour l'assécher.

Ils trouvèrent à cette occasion un pot en terre contenant 33 pièces de monnaie - dont certaines à l'effigie de Marc Aurèle, empereur romain du deuxième siècle - mais aussi un collier, deux bracelets et un lingot, tous d'or.



Sphaignes dans la tourbière du mont bar



HERMANN VON HELMHOLTZ

(1821 - 1894)

Dans le N° 29 « Auvergne Sciences » de mars 1994 l'ADASTA a publié un article sur Hermann Von Helmholtz à l'occasion du centenaire de sa mort. Nous le reprenons ci-après, car il nous a paru intéressant de le compléter grâce à d'anciens documents procurés par M.J.P. Ancelle :

« Tous ceux qui s'intéressent aux sciences ne peuvent ignorer le nom de Helmholtz, l'un des génies les plus universels du XIX^e siècle. Sa contribution à la connaissance scientifique est considérable dans tous les domaines, que ce soit la physique, la physiologie, la géométrie ou la philosophie. Il commence une carrière de médecin. Dans son premier mémoire sur la conservation de la force, il est près de découvrir le principe de la conservation de l'énergie (l'antériorité de R. Mayer fut par la suite reconnue). Ses connaissances en physiologie le conduisent à l'étude du mécanisme de l'oreille et des caractères physiques du son. Il montre le rôle, des harmoniques dans le timbre des sons et invente un procédé d'analyse avec des résonateurs. Il publie alors son célèbre traité connu en France sous le titre *Théorie physiologique de la Musique*.

Entre temps il a publié le monumental « *Handbuch der Physiologischen Optik* » en 1856, 1860 et 1866. Une traduction française, parue en 1867 a été rééditée à plusieurs reprises, et encore tout récemment. Dans cet ouvrage où se côtoient mathématiques, physique et physiologie, Helmholtz traite tous les problèmes liés à la dioptrique de l'œil, aux sensations et perceptions visuelles. C'est là qu'est décrit notamment l'ophtalmoscope, cet appareil qui permet d'éclairer le fond de l'œil pendant que l'on examine à travers une petite ouverture percée au centre du miroir.

Dans son mémoire sur les faits d'expériences qui sont à la base de la géométrie, Helmholtz développe l'idée d'une géométrie non euclidienne. Ses travaux théoriques le ramènent à l'acoustique et la mécanique : résonance, cordes frappées, tuyaux sonores, tourbillons et mouvements des vagues... Bien connues sont également les bobines de Helmholtz qui permettent d'obtenir des champs magnétiques uniformes dans un grand espace.

Ses derniers travaux concernent l'électrolyse, la théorie des piles électriques et les phénomènes dynamiques de l'atmosphère. Les dernières années de sa vie sont consacrées à la création puis à la direction de l'Institut physico-technique de l'Empire d'Allemagne.

Il meurt à Charlottenburg le 8 septembre 1894, victime d'une attaque d'apoplexie ».

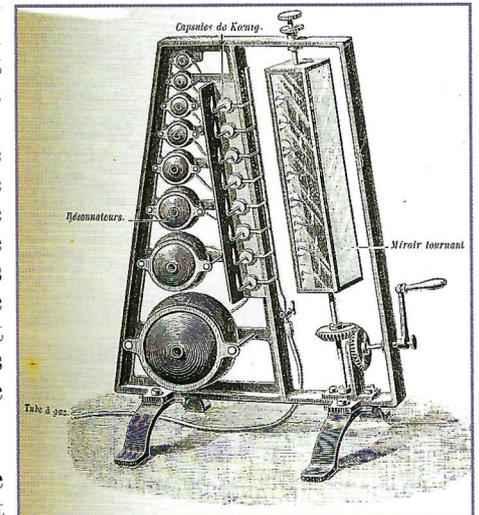
VIBRATIONS – ACOUSTIQUE EXTRAIT DE « COURS ÉLÉMENTAIRE DE PHYSIQUE » DE M CHASSAGNY, 1901 ANALYSE DES SONS

(En dehors des sons purs, les vibrations acoustiques sont beaucoup trop complexes pour pouvoir être analysées par l'oreille humaine. Le grand savant français Joseph Fourier (1768-1830) a montré en 1822 qu'un son périodique quelconque peut être considéré comme la somme de sons purs sinusoïdaux). La méthode que Helmholtz a proposée pour leur étude repose sur des résonateurs.

Ceux dont il a fait usage étaient constitués par des sphères creuses en laiton, munies d'une large ouverture et offrant à la partie opposée un petit ajutage (petit orifice calibré) que l'on introduit dans l'oreille. Une cavité de cette forme renforce une note unique et reste sourde pour tous les autres. Si donc on arme l'oreille d'un de ces résonateurs et

qu'on produise à l'orifice un son, si complexe soit-il, qui contienne la note particulière du résonateur, celui-ci se met à vibrer et décèle alors la présence de cette note dans le son étudié. A l'aide d'une série de sphères de dimensions appropriées, on peut ainsi reconnaître tous les harmoniques qui figurent dans un son musical quelconque.

La figure ci-contre représente un appareil qui, permet d'effectuer plus commodément cette analyse. Il se compose d'une série de résonateurs de Helmholtz montés dans un même châssis de fonte et dont on tourne les ouvertures vers le foyer sonore.



Des tubes de caoutchouc font communiquer ces résonateurs avec un nombre égal de capsules manométriques dont on observe les flammes dans un miroir tournant. Si dans le son étudié se trouvent les notes de certains résonateurs, les flammes entrent en vibration, tandis que les autres continuent à brûler tranquillement.

SYNTHÈSE DES SONS

Helmholtz a apporté une précieuse confirmation à ses recherches sur le timbre en montrant qu'on peut reproduire un son quelconque, avec son caractère musical particulier, en superposant simplement les sons simples que l'analyse y a révélés.

L'appareil se composait d'une série de diapasons entretenus électriquement et donnant les harmoniques du plus grave d'entre eux. Près de chaque diapason était placé un tuyau renforçant qu'on pouvait ouvrir plus ou moins, de façon à donner au son correspondant l'intensité relative nécessaire. L'expérience a prouvé qu'en associant à la note dominante certains de ses harmoniques convenablement renforcés, on retrouvait avec leur timbre spécial le son des tuyaux ouverts de l'orgue, celui des cordes graves du piano et même celui du cor et de la clarinette.

On peut obtenir les mêmes effets à l'aide de la sirène de Koenig qui permet aussi de faire résonner simultanément plusieurs sons.

Les orgues sont munies de dispositifs, nommés *registres*, grâce auxquels une même touche du clavier fait parler en même temps plusieurs tuyaux différents ; en combinant convenablement ceux-ci, on peut imiter sur l'orgue le timbre particulier de quelques instruments.

VITICULTURE DES CÔTES D'Auvergne

LA CAVE SAINT-VERNY À VEYRE-MONTON



Par **JEAN-PIERRE ANCELLE**,
membre de l'ADASTA et de la Société Nationale des Ingénieurs Professionnels de France (SNIPF)
Nos remerciements à la Cave Saint-Verny pour son aimable coopération

En juin dernier l'ADASTA a effectué une visite à la cave **Saint-Verny**, visite très enrichissante sous la houlette de l'œnologue. Nous avons voulu faire partager par l'ensemble de nos adhérents un peu de cette science passionnante qu'est l'œnologie et en même temps rendre hommage à notre terroir.

Commençons par un extrait de l'article paru dans « La Montagne » sous la plume de Catherine Jutier le 29 septembre dernier lors d'une visite de presse (journalistes parisiens) organisée sur ses terres par le directeur de la cave Saint-Verny, Jean-Paul Berthoumieu, l'œnologue Olivier Mignard et quelques uns des cent viticulteurs avec lesquels la cave travaille :

Une autre image des côtes d'Auvergne

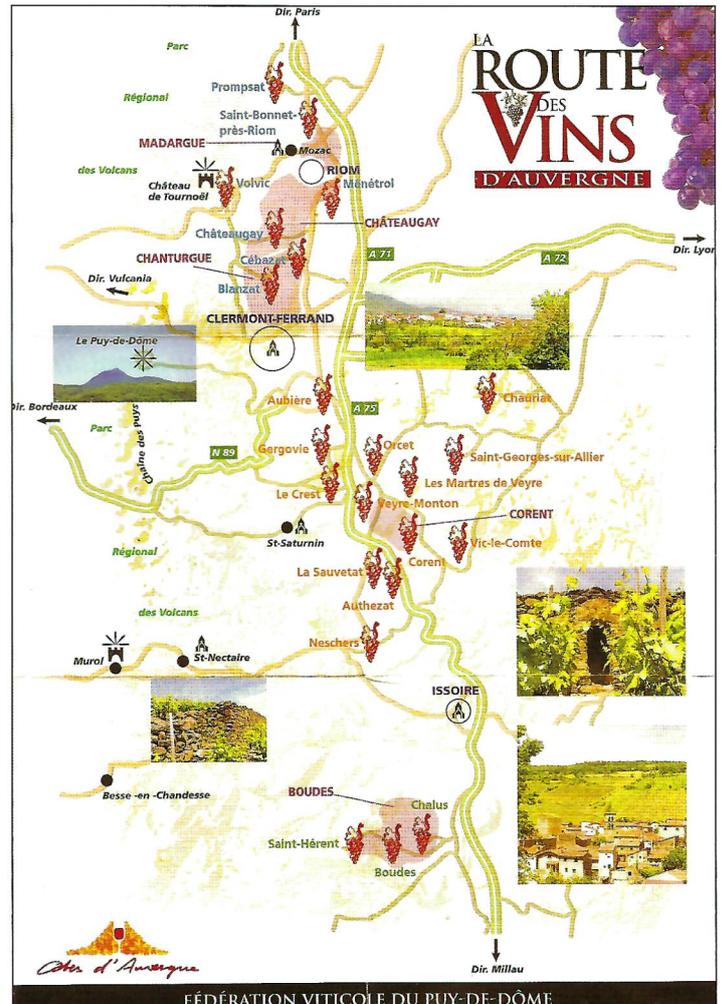
« Il est important pour nous de montrer hors des frontières auvergnates que ce vignoble existe, qu'il a fortement évolué et qu'il n'a aucun complexe à avoir vis-à-vis d'autres régions », souligne le directeur de la cave. Ce vignoble des côtes d'Auvergne qui, avant le XIX^e siècle occupa jusqu'à 45000 hectares et dont une grande partie de la production approvisionnait alors la capitale, est sur le point de connaître une autre apogée. Qualitative celle-ci. Les viticulteurs récoltent en effet les fruits du travail entamé il y a une vingtaine d'années. Arrachages, nouvelles plantations, rendement revu à la baisse, nouvelles méthodes de travail, culture raisonnée, recherche d'une meilleure maturité : c'est une véritable révolution qui s'est opérée, basée sur un cahier des charges rigoureux. Avec en ligne de mire l'obtention de l'AOC Côtes d'Auvergne, attendue pour 2010, l'année 2011 devant sonner le glas des VDQS, à l'instar des vins de pays devenus des IGP (indications géologiques de provenance). « Il y a tout ce qu'il faut chez nous pour faire du bon vin » souligne l'œnologue de la cave. « Notre vignoble est situé sur le 45^e parallèle, le parallèle viticole mondial, et il

bénéficie d'un climat remarquable pour la culture de la vigne. Ajoutons à cela la typicité des sols volcaniques et le classicisme des terroirs argilo-calcaires, cela offre la possibilité de faire des vins de caractère ». Des vins différents. Des blancs, des rosés et des rouges dont les cépages principaux sont le chardonnay, le gamay, le pinot ; la syrah et le sauvignon étant autorisés mais encore peu cultivés. »

HISTORIQUE

Des efforts importants

Une politique volontariste de relance du vignoble auvergnat est alors mise en place. Elle nécessite des investissements matériels importants associés à un plan de rénovation du terroir. Parallèlement, la Cave Saint-Verny entreprend de moderniser de manière spectaculaire ses installations et d'améliorer sensiblement ses méthodes de vinification. Un chai « tout neuf » construit sur le site de Veyre-Monton pour un montant total proche de quinze millions de



francs permet alors de le doter d'un équipement ultra moderne. Placé sous la direction d'un œnologue, responsable de la vinification et du contrôle qualité, ce chai est opérationnel dès 1993. En amont, afin d'assurer la pérennité de cette démarche, un technicien viticole est chargé d'intervenir auprès des adhérents et de les conseiller dans les vignes. Les rendements sont divisés par deux, voire plus dans certains cas ; on ne fait plus « pisser la vigne ». La rémunération se fait à la qualité : il arrive que des mauvaises récoltes soient tout simplement refusées. Enfin une équipe commerciale est formée afin de développer et d'optimiser la commercialisation des produits en France et à l'étranger.

Des débuts difficiles

Le choix de la rigueur et de la qualité n'a pas toujours été facile à gérer. « A l'origine, rappelle l'ancien président de la Cave Saint-Verny, Jean-Marie Crochet, dans le quotidien La Montagne, altitude et rendements élevés produisaient un gamay présentant une certaine acidité ; il remplissait parfaitement sa fonction de « vin de bistrot » : désaltérer. Par la suite, la demande a évolué vers davantage de qualité. A l'époque la cave coopérative payait peu, on forçait sur les

volumes, avec pour conséquence la fabrication d'un vin très médiocre mal rémunéré : le chat se mordait la queue ! Il fallait se sortir de ce cercle vicieux et combattre un certain nombre d'idées reçues. Tout le monde, se souvient encore Jean-Marie Crochet, comprenait naturellement l'importance du rôle du soleil. Mais beaucoup ignoraient que le feuille fait le raisin et qu'il est préférable de laisser pousser la vigne et de rogner plus haut afin de disposer d'une surface foliaire plus importante ».

Fort heureusement les premiers résultats de ces mesures plutôt drastiques sont prometteurs, les ventes augmentent. Dès 95, les vins de la Cave Saint-Verny se font avantageusement remarquer au « London Wine Trade Fair », un bel encouragement quand on sait que le Royaume Uni est l'un des plus gros importateurs de vins français.

Le terroir

La zone d'exploitation de la Cave Saint-Verny s'étend sur cent quatre-vingt hectares parmi les meilleurs terroirs des Côtes d'Auvergne dans un rayon d'une trentaine de kilomètres autour de Veyre-Monton. Cette zone est entièrement située dans le département du Puy-de-Dôme à une altitude comprise entre trois cent quatre vingt et cinq cent trente mètres, sur un sol volcanique à base argilo-calcaire. Le climat local est qualifié de semi-continentale, hivers secs et froids, printemps assez pluvieux et doux, été chauds avec un mois de septembre, si crucial pour la vigne et le vin, tempéré et ensoleillé. De plus le terroir bénéficie d'un effet de foehn, surtout dans sa partie sud. La pluviométrie, un des éléments importants dans la qualité du raisin n'excède pas cinq cents à six cent cinquante millimètres par an.

Sur un tel terroir, le gamay noir à jus blanc est de loin le plus répandu : il représente 80 % des surfaces plantées. Qu'il soit issu de sélection massale ou clonale le gamay dit « Beaujolais » à petites grappes piquées est la base des plantations nouvelles. Il y côtoie le gamay dit « d'Auvergne », à grappes lâches, aérées et aux deux ailes bien nettes. Afin de pouvoir reconstituer le vignoble avec ce cépage originel, une sélection clonale est en pré-multiplication à l'Institut technique du Vin des Villefranche sur Saône. Pinot noir et chardonnay, deux cépages nobles, font un retour prometteur dans l'encépagement du terroir.

De la Cave des Coteaux à la Cave Saint-Verny

La Société Coopérative « Cave des Coteaux d'Auvergne » est créée en 1950. Plus couramment appelée « Cave des Coteaux », cette coopérative viticole, sans grands moyens, concentra jusqu'en 1980 son activité sur la production et la commercialisation de « Côtes d'Auvergne » exclusivement vendu en vrac. En 1980, les dirigeants de la Cave décident d'une nouvelle orientation. Désormais la commercialisation du vin se fera également en bouteilles ; Lucien Vidal puis Jean Fredet, les présidents successifs s'attachent, dès lors, à maintenir une offre attractive pour une nouvelle clientèle à travers un bon rapport qualité/prix. A cet effet, on fera porter les efforts de la coopérative sur les soins apportés aux vendanges, sur une vigilance accrue durant la vinification et le stockage ; l'embouteillage et la présentation feront en même temps l'objet d'un soin particulier. Mais c'est indéniablement en 1991 que va se jouer l'avenir de la Cave des Coteaux et plus largement celui du vignoble auvergnant dans son ensemble. Le groupe Limagrain, spécialiste mondial de l'amélioration des plantes, entre dans le capital de la

société qui prendra le nom du saint patron des vigneronn auvergnats : saint Verny. La stratégie portera sur deux axes privilégiés :

■ L'approvisionnement de la cave en vendanges de qualité.

Dans cette perspective la Cave Saint Verny va développer ses activités de production viticole, en partenariat avec les viticulteurs qui souhaitent développer un projet viticole axé sur la qualité. Pour cela un cahier des charges est mis en place et chaque projet fait l'objet de conditions spécifiques.

■ La mise en place d'un outil de vinification moderne et performant pour le traitement de la vendange.

« Renouveau », « renaissance », « résurrection », autant de mots utilisés aujourd'hui pour conjurer la mort tant de fois annoncée du vignoble auvergnat. Il y a peine une dizaine d'années, sous l'impulsion du groupe Limagrain, la Cave Saint-Verny est née de la volonté de sauver ce patrimoine agricole, économique, historique et culturel. Au plus fort de la crise, une seule voie pouvait espérer redorer les étiquettes écornées de nos crus : celle de la qualité. A l'époque, personne n'aurait osé relever un tel challenge. Le groupe Limagrain, fortement impliqué dans le développement régional, n'a pas hésité à s'engager dans cette difficile entreprise. Limagrain inscrit sa démarche dans le cadre d'un programme de diversification permettant notamment d'offrir des débouchés supplémentaires aux agriculteurs céréaliers de la Limagne.

Une sélection impitoyable

Produire meilleur passe d'abord par l'adhésion à un cahier des charges respectueux de l'environnement. Nos viticulteurs ont toujours été responsables vis-à-vis de leur cadre de vie, mais aujourd'hui grâce à des rendements de production faibles et à une bonne maîtrise du nombre de ceps sur leurs parcelles ils obtiennent des raisins plus concentrés.

Grâce à une grande précision dans les déclenchements de récolte et un haut degré minimum exigé à la cueillette ils apportent des raisins bien mûrs... Ces contraintes volontairement plus restrictives que celles autorisées dans le contrat d'Appellation par l'INAO (Institut National d'Appellation d'Origine) ont permis de gagner en quelques années plus de un degré naturel : c'est énorme !

Pourrions-nous soupçonner que les vendanges auvergnates de la Cave Saint-Verny dépassent en moyenne depuis cinq ans les douze degrés naturel sur gamay et pinot noir et les treize degrés sur chardonnay ?

Une cave bien approvisionnée

Olivier Mignard, l'œnologue de la Cave, est l'un des mieux placés pour analyser le vin des Côtes d'Auvergne.

« Les rosés très aromatiques, frais, vifs en bouche sont vinifiés pour être consommés jeunes dans l'année qui suit la récolte. Certains issus de gamay récoltés sur jeunes vignes sont pressés dès la réception de vendange pour une vinification courte (vingt à trente jours). D'autres à partir des premiers jus de gamay et de pinot noir subissent une vinification longue (un à deux mois) qui à la dégustation révèle une alliance de vivacité et de rondeur. Enfin à partir des gamays récoltés sur les pouzzolanes volcaniques du Puy de Corent un vin dont la couleur œil de perdrix et la typicité aromatique minérale et florale unique accompagnera toute la cuisine traditionnelle auvergnate.

Pour les rouges la majorité de nos gamays d'Auvergne aux grappes lâches est éraflée pour permettre des cuvaisons plus longues (huit à quinze jours) destinées à mettre en valeur la finesse du cépage sans perdre de sa friandise. Ces vins sont fruités et épicés avec des tanins fins et bien présents, pour accompagner la cuisine traditionnelle dès leur jeunesse et pendant trois à quatre ans. A la fin des vinifications, certaines cuvées sont jugées aptes à l'élevage en fûts de chêne et elles y restent pendant un an. L'association avec le bois révèle des sensations encore inédites sur nos terroirs, qui laissent présager des dégustations de haut niveau pour tous ceux qui savent patienter.

Les pinots noirs quant à eux sont vinifiés dans la meilleure tradition bourguignonne avec pigeage automatisé de chaque cuvée et macération de deux à trois semaines. La typicité florale du cépage s'exprime pleinement sur une bouche complexe, secrète, charnue et légèrement virile, qui laisse entrevoir des cuvées somptueuses dans quelques années, quand les vignes seront plus âgées.

Pour les blancs à partir du cépage chardonnay les parcelles plus précoces, bien mûres, sont vinifiées à basse température, pendant deux à trois mois, et élevées sur leurs lies fines pendant un an. Les vins sont gras, amples, typés par le cépage et peuvent se déguster pendant deux à quatre ans.

Les parcelles plus tardives, plus hautes en altitude, donnent des jus plus nerveux, qui sont vinifiés à basse température pendant vingt à trente jours et mis en bouteille avant le printemps.

La dégustation fraîche, explosive, exubérante, accompagne joliment la saison estivale.

Une petite partie des meilleurs jus est vinifiée en fûts de chêne et élevée avec bâtonnage pendant un an dans la plus pure tradition des grands blancs de Bourgogne. Le sommet de la dégustation intervient après plusieurs années de bouteille ».

Qu'est-ce qu'un œnologue ?

Le diplôme d'œnologie s'obtient en faculté ou en école d'agronomie à Bordeaux, Montpellier, Toulouse, Reims ou Dijon après 4 ans d'études supérieures.

L'œnologue est un scientifique un peu physicien, un peu chimiste, un peu biologiste. Il maîtrise tous les phénomènes d'évolution du raisin au vin fini prêt à la mise en bouteille comme la fermentation alcoolique, la fermentation malo-lactique, la clarification, l'élevage et la stabilisation.

Méthodologie de dégustation des Côtes d'Auvergne

Pour appréhender la qualité organoleptique (celle qui impressionne nos récepteurs sensoriels) d'un vin quel qu'il soit, le dégustateur doit faire appel à tous ses sens. Il doit être dans un état de réception optimum et préférablement dans une atmosphère agréable. Il doit disposer aussi d'un outil performant : un verre à dégustation de type INAO adapté à tous les vins.

La robe du vin, l'aspect visuel :

Incliner le verre, observer sa couleur, sur fond blanc si possible. Observer l'intensité de sa couleur, sa limpidité, sa

brillance et chercher à décrire la teinte et les reflets perçus.

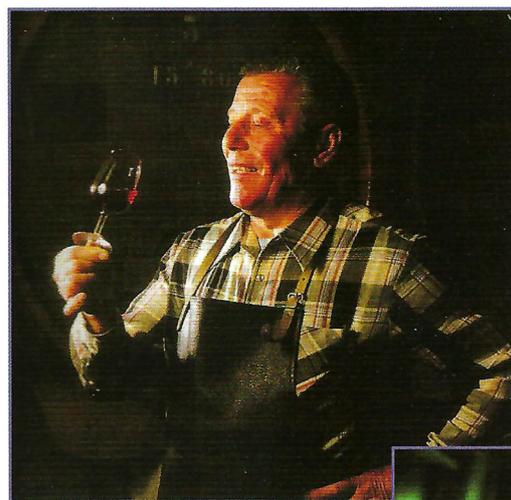
Vin jeune ou vin mûr ? Le rouge, s'il est jeune, présente une couleur plutôt vive, avec parfois des reflets violacés. Les vieux rouges, ont une couleur plus foncée, tournant au rose brique ou à la pelure d'oignon. Leur consistance paraît moins fluide.

Le blanc juvénile est teinté de reflets verts. S'il est plus âgé, on remarque une couleur allant de la paille, à une couleur or plus ambrée. Le rosé toujours jeune, est en Auvergne un vin gris, c'est-à-dire très clair, on peut apercevoir des reflets gris. Sa palette s'étend du blanc taché au rosé foncé. Tout trouble est mauvais signe.

Incliner à nouveau le verre et observer si le liquide reste accroché aux parois, glissant lentement, il peut indiquer une forte teneur en alcools gras mais cela peut être aussi un signe de vieillissement.

Le nez du vin, l'aspect olfactif :

C'est son parfum. Humer une première fois le vin sans bouger le verre. Humer une seconde fois profondément en faisant tourner le vin sur lui-même afin qu'il commence à s'oxygéner ou s'oxyder. Tout de suite on peut distinguer s'il y a un problème : bouchonné, trop soufré, piqué, oxydé, moisi. On s'en aperçoit immédiatement sans même avoir besoin de le goûter. Chercher à dégager une intensité aromatique globale. Est-elle noble ou défectueuse, franche et nette ? L'expression aromatique est-elle complexe ? Le vin est-il ouvert ou fermé ? Ensuite, tâche ô combien ardue pour l'amateur, il faut reconnaître cet arôme. Chercher la dominante parmi les familles aromatiques de type fruité, épicé, animal, empyreumatique (grillé), floral. Les deux autres types – végétal et minéral – sont moins courants en Auvergne. Ensuite il faut préciser la nature de cet arôme : cassis, mûre, griotte, violette...



Le palais du vin, l'aspect gustatif :

Avaler une bonne gorgée et laisser se répandre le vin tout autour de votre palais, un mouvement tourbillonnant de la langue peut accélérer et amplifier cette appréciation. Déterminer la franchise gustative de « pas du tout » à « beaucoup » et chercher d'éventuels défauts significatifs

(bouchon, soufre, métal, hydrocarbure, oxydation, moisi...). Déterminer l'équilibre du vin entre acide, tannique, sucré ; noter de « pas du tout » à « beaucoup ». Il faut maintenant déterminer la dominante : acidité, « sucrôsite », alcool, amertume... etc. Ensuite comme pour l'examen olfactif il faut rechercher les familles aromatiques, puis les arômes précis qui se dégagent et leur persistance en bouche : c'est ce que l'on appelle la persistance aromatique ou longueur en bouche.

Certains dégustateurs prétendent également que le vin chante. C'est exact lors de sa fermentation en cuve. Si par contre, à l'exception du vin pétillant, ils l'entendent chanter dans leur verre, c'est probablement qu'ils ont dépassé la dose...

Côtes d'Auvergne générique rouge

Robe : du rouge vif vermillonné, cerise, pouvant aller jusqu'au pourpre à reflets grenats.

Nez : arômes allant des fruits rouges aux fruits à petites baies noires voire aux fruits murs comme le pruneau. Arômes secondaires de terroir tels la griotte, le sarment brûlé, l'armoise et les épices comme le poivre. Certains peuvent évoluer vers des arômes tertiaires : animal ou fauve.

Palais : caractère souple, gouleyant, léger fruité, plein en bouche, moyennement tannique peut aller jusqu'à des caractères nettement plus charnus et corsés ; vins plus élaborés, ils gagnent en complexité.

Conservation : peuvent se déguster rapidement mais gagnent à être conservés au moins une année, les plus structurés atteindront leur maturité au bout de trois à six ans selon l'année.

Consommation : se boivent à température légèrement inférieure à la température ambiante, frais autour de dix degrés.

Côtes d'Auvergne générique rosé

Robe : très claire, nuances s'échelonnant du gris de l'œil de perdrix, le rose saumoné, le pétale de rose, jusqu'à l'abricoté voire au cuivré.

Nez : jeunes, les arômes sont frais, francs, tirant sur les agrumes, les fruits exotiques et légèrement sur les fruits rouges et de fruits confits, certains tirent sur des notes florales.

Palais : acidité légère et subtile garantissant fraîcheur, vivacité et typicité, bon équilibre, le fruit s'exprime pleinement en bouche, peut être gras et assez long en bouche.

Conservation : à consommer jeune, dans l'année et jusqu'à dix huit mois.

Consommation : se boit frais autour de dix degrés.

Côtes d'Auvergne générique blanc

Robe : superbe couleur claire proche du jaune très pâle à reflets verts.

Nez : très aromatique tirant sur l'anis, la poire, le coing, les fruits exotiques, évoluant vers des arômes plus grillés, parfois quelques notes florales.

Palais : le cépage chardonnay donne toute son expression à ce vin fruité, long en bouche, complexe, assez gras.

Conservation : jusqu'à dix ans les meilleures années.

Consommation : se boit frais en apéritif, à température ambiante selon l'accompagnement.

Châteaugay Rouge

Robe : coloration assez forte, rouge teinte rubis, reflets rouge vif.

Nez : nez complexe de fruits rouges et d'épices.

Palais : bouche souple, pleine, complexe, ferme, fruité alors qu'il est jeune.

Boudes Rouge

Robe : rouge tannique et fruité d'une teinte rubis foncé reflet violet

Nez : nez complexe fruité et floral.

Palais : bien équilibré, quelques notes épicées très discrètes, bouche complexe et riche.

Chanturgue Rouge

Robe : rouge à dominante capiteuse à teinte soutenue, rouge sombre au reflet violacé.

Nez : nez complexe de fruits rouges, épicé, poivre, céleri, épices chaudes comme la cannelle et quelques notes grillées : acidité volatile légèrement plus élevée.

Palais : en bouche complexe, grillée, soutenue par une bonne présence tannique.

Corent Rosé

Robe : rosé très typé dit « gris » à teinte pâle, légèrement rosé à nuance jaune paille.

Nez : nez vif, complet de fruit, à note exotique.

Palais : bouche fraîche sans être acide riche, un peu minérale et fruitée.

Madargue Rouge

Robe : belle intensité de couleur rouge sombre à reflets violacés.

Nez : nez de fruits murs, légèrement animal.

Palais : bouche ample, structurée, florale, avec une note de cuir, belle présence de tannin souple.

RÉTROSPECTIVES AMA 09 ET ACTIVITÉS DES «JEUNES POUSSÉS»



par Claudie BALLY,

Responsable administrative des «Jeunes Pousses» de l'ADASTA



400 ans après l'utilisation par Galilée de la première lunette d'observation, les astronomes invitent l'humanité à regarder vers le ciel.

De tout temps, les mouvements des corps célestes ont intrigué les hommes, et le ciel était considéré comme le domaine des dieux. Ainsi que le montrent les tables astrologiques de l'époque mésopotamienne ou les monuments mégalithiques, l'observation astronomique était déjà assez précise plusieurs millénaires avant notre ère.

On peut dire que le premier bouleversement eut lieu à l'époque des Grecs, qui furent les premiers à ne plus seulement décrire les mouvements des astres, mais à rechercher les règles régissant leurs mouvements.

LES GRECS ET LE SYSTÈME GÉOCENTRIQUE

Pour les Grecs, la Terre était le centre de l'Univers. Par ailleurs, ils considéraient que le cercle et la sphère étaient des figures géométriques parfaites, symbolisant la symétrie divine. La première hypothèse concernant les mouvements planétaires fut donc que les planètes décrivaient des cercles concentriques dont le centre était la Terre.

Au VI^e siècle avant J.-C., Pythagore proposa le premier système planétaire. Les étoiles se trouvaient sur une sphère en cristal, la sphère des Fixes, qui faisait chaque jour un tour complet autour de la Terre. Les planètes avaient chacune leur propre sphère, sur laquelle elles se déplaçaient à des vitesses différentes. S'inspirant de sa théorie des cordes vibrantes, Pythagore

pensait que les distances entre ces différents corps célestes devaient correspondre à des rapports de longueurs engendrant une harmonie musicale divine.

1- Le ciel selon Pythagore

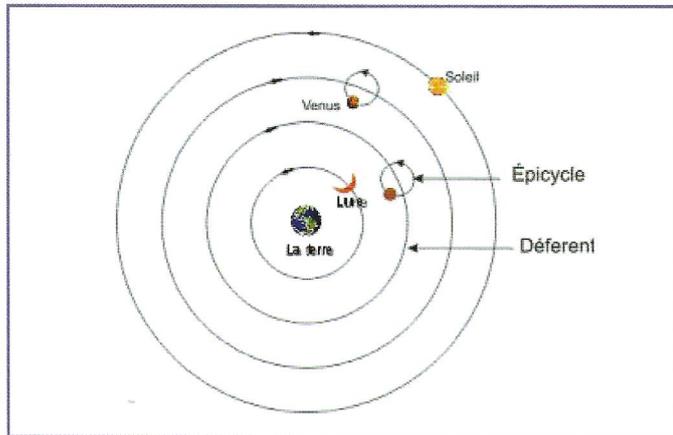
Ce système géocentrique, capable de décrire l'Univers avec des sphères concentriques dont la Terre occupait le centre, fut établi au IV^e siècle avant J.-C. par Platon et Aristote. Mais l'observation plus précise du ciel montra que ce système n'était pas en accord avec le mouvement des astres. Si, en première approximation, les trajectoires des astres dans le ciel apparaissent comme des cercles, on savait déjà à l'époque que les planètes rebroussent parfois chemin : elles semblent revenir en arrière pendant quelques jours pour reprendre ensuite leur course sur leur trajectoire en cercle. On sait aujourd'hui que cet effet est dû au mouvement relatif de la planète par rapport à la Terre, mais ce phénomène intriguait beaucoup à l'époque.

Au II^e siècle après J.-C., l'astronome Ptolémée d'Alexandrie, dans son livre l'*Almageste*, proposa une description en accord avec la théorie aristotélicienne, mais reposant sur des compositions de mouvements circulaires.

2- Le système de Ptolémée

Claude Ptolémée (110-160) est un astronome et mathématicien grec du II^{ème} siècle. Le système de Ptolémée permet d'expliquer les variations de vitesse et d'éloignement des planètes ainsi que leurs mouvements, avec une précision tout à fait remarquable. Son système est basé sur une combinaison de mouvements circulaires.

Pendant tout le Moyen Age, l'étude des mouvements planétaires avancera peu et, pendant treize siècles, ce système ne cessera d'être affiné et compliqué, afin d'obtenir des tables astronomiques de plus en plus précises pour répondre aux besoins de la navigation et du calendrier.



La conception géocentrique de l'Univers allait être admise, en Occident, jusqu'à la révolution copernicienne.

COPERNIC ET LE SYSTÈME HÉLIOCENTRIQUE

Le système géocentrique reste la référence jusqu'au XVI^{ème} siècle. Le moine polonais Nicolas Copernic (1473-1543), qui cherchait une solution plus simple, proposa de décrire le mouvement de toutes les planètes, y compris celui de la Terre, par rapport au Soleil qui en serait le centre. L'idée n'était pas nouvelle, elle avait été émise pour la première fois par l'astronome grec Aristarque au III^{ème} siècle avant J.-C. En fait, Copernic proposait un autre système de référence lié au Soleil, le système héliocentrique, dans lequel le mouvement des planètes se décrit plus simplement. En effet, le Soleil coïncide pratiquement avec le centre de gravité du système solaire et il est pratiquement fixe, comparé au mouvement des planètes. Cela justifie son choix comme système de référence.

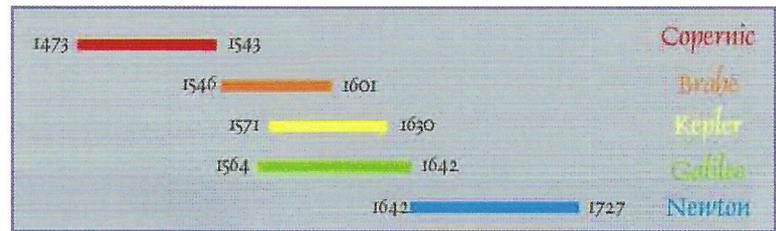
1- Le ciel selon Copernic

De peur de voir sa théorie condamnée par l'Eglise de son vivant le livre de Copernic *De revolutionibus orhium caelestium* ne fut publié qu'après sa mort, en 1543. Son contemporain Tycho Brahé, plus connu pour ses observations très précises du ciel, proposa lui aussi un système. Il conçut un modèle intermédiaire : la Terre reste au centre du monde et le Soleil tourne autour d'elle, mais les planètes tournent autour du Soleil.

2- Le ciel selon Tycho Brahé

Entre les prévisions de la théorie de Copernic et les observations de Tycho Brahé, l'écart le plus important concernait la planète Mars. Il y avait un écart inférieur à huit minutes d'arc, à peine plus d'un dixième de degré,

mais ce sont ces huit minutes qui permirent à Kepler, selon ses propres paroles, « de transformer l'astronomie. »



Chronologie des astronomes

GALILÉE ET SA LUNETTE ASTRONOMIQUE



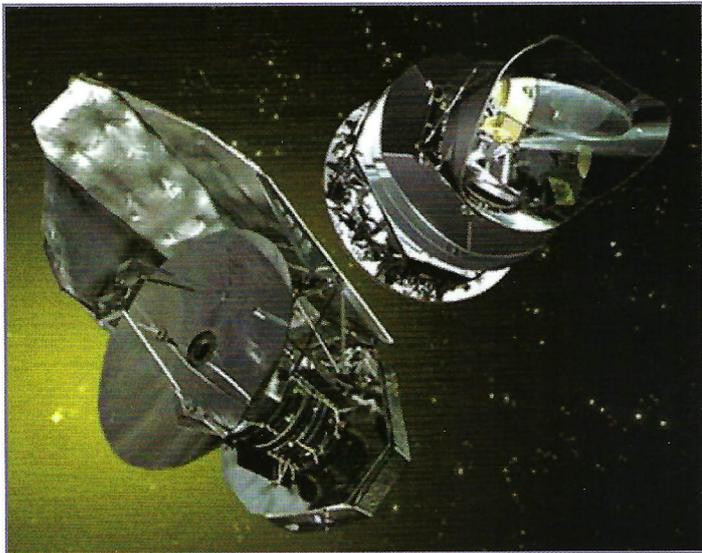
Le 25 août 1609, l'italien Galileo Galilei (1564-1642) présente une lunette astronomique à la République de Venise. Certes Galilée n'est pas l'inventeur de sa lunette, mais il a peu à peu amélioré son nouvel instrument.

En 1609, Galilée a découvert que la surface de la Lune est couverte de cratères et que le soleil est ponctué de taches noires.

En janvier 1610, Galilée parvient à observer quatre satellites de Jupiter, la terre n'est donc plus la seule planète à avoir une lune gravitant autour d'elle. Cela lui fournit des arguments pour défendre la théorie de Copernic, selon laquelle la Terre tourne autour du Soleil. Si des satellites tournent autour de Jupiter, comme la lune tourne autour de la terre, cela prouve que celle-ci n'est pas le seul centre de rotation de l'Univers.

Dès mars 1610, Galilée rédige un ouvrage en latin *Siderus Nuncius* (le Messager céleste). Mais en 1615, ses ouvrages sont mis à l'index par l'Eglise. Il est sommé par le Pape de ne plus propager cette théorie, et l'Eglise lui intente un procès. Son ouvrage est interdit et Galilée doit abjurer ses prétendues erreurs.

Il fallut attendre le XVII^{ème} siècle pour voir arriver le deuxième bouleversement, avec la révolution initiée par Copernic, Kepler et Galilée et la découverte par Newton en 1687 de la loi d'attraction universelle.



Le 14 mai 2009, une fusée européenne lançait les satellites Herschel et Planck, à la pointe de la technologie. De grandes perspectives s'ouvrent pour l'astrophysique spatiale européenne. Le filtre constitué par l'atmosphère terrestre étant franchi, toutes les longueurs d'onde deviennent accessibles et un univers insoupçonné se révèle.

Comme la lunette de Galilée le fit sur Terre en 1609, le domaine spatial révolutionne notre vision de l'univers. Les régions sombres dans le visible apparaissent comme des pouponnières d'étoiles dans l'infrarouge; l'univers

immuable en lumière visible présente une variabilité à l'échelle de quelques heures dans le rayonnement ψ . Les télescopes spatiaux se succèdent : après «Hubble» (domaine visible), «James Webb» observera dans l'infrarouge, allant à la recherche des objets les plus lointains de l'univers, formés il y a 13 milliards d'années.

Faites hors de l'atmosphère, les observations bénéficient d'une stabilité exceptionnelle qui permet d'observer des planètes extrasolaires passant devant leurs étoiles, de cartographier l'univers sombre et ainsi de mieux « contraindre » la mystérieuse énergie noire, qui domine le contenu énergétique de l'univers.

Quatre siècles plus tard, Galilée est considéré comme un des premiers astronomes modernes. Pour célébrer cette découverte, l'Unesco et les Nations Unies ont déclaré 2009 l'année mondiale de l'astronomie.

Catherine Cezarsky, présidente de l'Union astronomique internationale a inauguré la cérémonie de lancement le 15 janvier 2009 au siège de l'Unesco à Paris.

Environ 136 pays vont participer à cet événement planétaire.

Françoise Combes, astronome au CNRS et coorganisatrice pour la France des multiples activités labellisées émet un vœu et un objectif primordial à ces animations : **attirer les jeunes vers la science, inciter les gens à regarder vers le ciel.**

Venez découvrir le ciel avec des passionnés

72
HEURES
D'OBSERVATIONS
ET D'ANIMATIONS

ORGANISÉES
PAR LE COLLECTIF
D'ASTRONOMIE
DE LA RÉGION
AUVERGNE

24
25
26
27
Septembre 09 Parc de VULCANIA
Gratuit
Tous publics

L'ADASTA, de par ses objectifs, s'est donc jointe au collectif d'astronomie de la région auvergne pour participer à la mise en place des projets et événements culturels, faire connaître l'astronomie aux auvergnats, et tout naturellement à nos « Jeunes Pousses ».

Créé il y a une dizaine d'années, le Collectif Astronomie de la Région Auvergne (CARA) compte parmi ses membres :

- Astrap (Isserteaux)
- Le Chemin des Etoiles (Pérignat es allier)
- ANPCEN-Association Nationale pour la Protection du Ciel Nocturne (Riom)
- Les Pléiades (Verneugeol)
- 4A - Association des Astronomes Amateurs d'Auvergne (Aubière)
- Planétarium Elie Bosc (Saint-Dier-d'Auvergne)
- Amicale Laïque d'Egliseneuve près Billom (Egliseneuve près Billom)
- ARA - Association Riomaise d'Astronomie (Riom)
- Société Française de Physique (Clermont Ferrand)
- Les Petits Débrouillards d'Auvergne (Clermont Ferrand)
- Astro-Club Limagne Sud (Vic le Comte)
- Club Astro du Val d'Allier (Brassac les mines) Allier du ciel (Meulne)
- DENEb - Découvrir les Etoiles et la Nature en Bourbonnais (Autry-Issards)
- ORION - Groupe d'astronomie du Velay (Le Puy-en-Velay)
- ADASTA - Association pour le Développement de l'Animation Scientifique et Technique en Auvergne (Clermont-Ferrand)
- Etoile double Nord cévenole (Riotord)
- CABA - Club d'astronomie Bassois Antarès (Bas-en-Basset)

CARA
COLLECTIF D'ASTRONOMIE DE LA
RÉGION AUVERGNE



Module lunaire navette spatiale tableau en carton et plâtre.



Cadran solaire.



Réalisation manuelle de miroirs convergents.

AMA 09

L'ADASTA ET LES "JEUNES POUSSES"

RÉTROSPECTIVES DES CONFÉRENCES :

En association avec l'Université Blaise Pascal.

■ 20 février 2009 : lancement de l'Année mondiale de l'astronomie à Clermont Ferrand par **Christian Veillet**, Directeur du Télescope Canada-France-Hawaii avec sa conférence «Chasseurs d'étoiles au milieu du Pacifique».

■ 25 février 2009 : **Daniel Benest**, docteur es-sciences de l'université de Nice, chercheur au CNRS, astronome à l'observatoire de la cote d'Azur, membre du comité national AMA 09 et pilote du Grand Sud Est présente «Les Astéroïdes».

Dans le cadre des 72 heures de Vulcania et en collaboration avec le CARA :

■ 24 septembre 2009 : «De la Terre aux autres corps du système solaire, un peu de planétologie comparée» par **Guillaume Cannat**, journaliste spécialisé en astronomie.

■ 25 septembre : «La lumière qui nous vient des étoiles» par **François Barbarin**, directeur de recherche au CNRS à Clermont Ferrand.

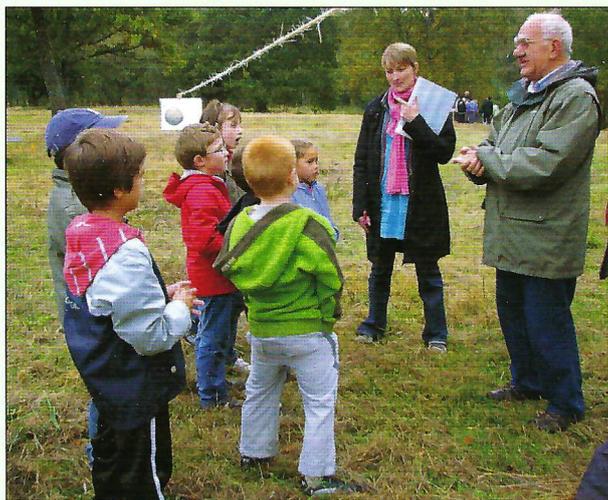
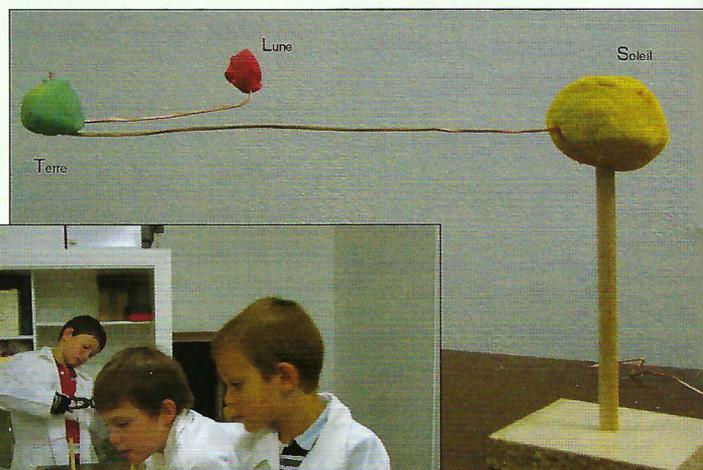
■ 26 septembre : « Les points de Lagrange » par **Philippe Robutel**, astronome à l'observatoire de Paris-Meudon.



Réplique à l'échelle 1/2 d'un robot parti sur Mars



Les incorruptibles de l'astronomie de l'ADASTA et la lunette Takahashi



Une classe de CP d'Entraigues



Royat
mercredi
21 octobre 2009

En partenariat SFEN-ADASTA, conférence de clôture.

■ 18 novembre 2009 : «A la recherche de la vie dans l'Univers» par **Vincent Coudé du Foresto**, astronome à l'observatoire de Paris-Meudon (Lesia)

Durant les 72 heures d'astronomie à Vulcania :

- Une multitude de minis conférences : les volcans de la planète Mars, la pollution lumineuse, les étoiles géantes et supergéantes, etc.
- Des ateliers pour les scolaires : les phases de la Lune, le système solaire à l'échelle, la conquête de la Lune, etc.
- Des séances d'observations grâce aux équipements en lunettes et télescopes des clubs d'astronomie et des planétariums de l'ADASTA et d'Elie Bosc.
- Des expositions : astrolabes, expositions de photographies des planètes, du ciel, etc...

Nous remercions vivement :

- l'association Astu' sciences, chef de file de cette manifestation, et plus particulièrement Laure Rougerie, qui a su organiser et nous accompagner dans l'ensemble de la mise en place de l'événement.

- toute l'équipe de Vulcania qui s'est mobilisée pour nous permettre de vivre au mieux du jeudi 24 septembre 2009 au dimanche 27 septembre 2009 dans ce village astronomique improvisé dans l'enceinte de leur domaine. Vulcania, de par sa situation au cœur du parc des volcans d'Auvergne, bénéficiait d'une moindre pollution lumineuse, et se révélait propice à l'observation nocturne.

Samedi 26 septembre 2009 : après la visite des différents stands du village, les Jeunes Pousses de l'ADASTA ont pu profiter d'une visite « rapide » de Vulcania.

Les sensations fortes étaient de règle : après la Terre en colère, une chevauchée fantastique avec le Dragon Ride, un embarquement à bord de la navette d'exploration « Magma Explorer III, une découverte en relief des volcans d'Auvergne, la sérénité fut retrouvée en traversant le jardin volcanique et le confort des sièges pour apprécier l'Odyssee Magique, film projeté sur un écran géant de 415 m².



Mini système solaire
soleil : 1 m de diamètre

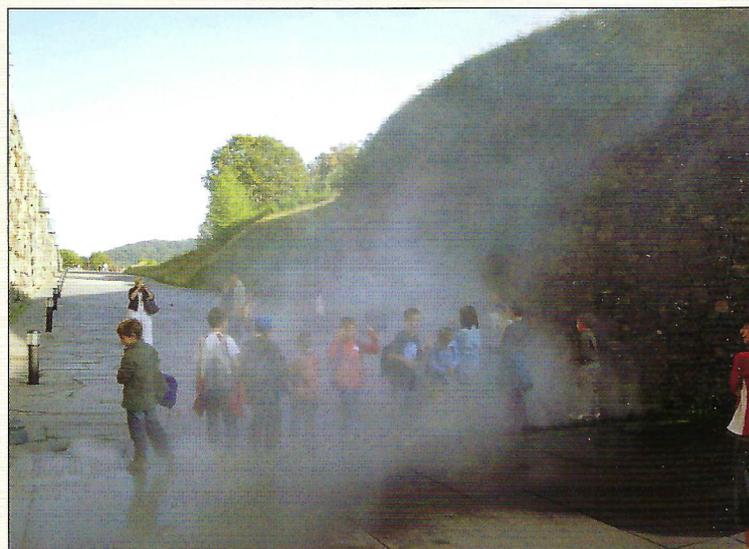


Le jardin
subtropical

**Les 72 heures
de Vulcania
24 - 25 - 26
septembre 2009**



Réalisation du
système Soleil, Terre, Lune
en pâte à modeler
et fils de cuivre



La sortie
du volcan...
avec les
dernières vapeurs !

Mercredi 10 juin 2009 :
comment jardiner ?



*Les recommandations
du chef jardinier : M. Fourvel*



*Goûter avec tartine de beurre
et chocolat "à l'ancienne"
préparée par Pierrette et Claudie*

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 :

du Lundi au Jeudi de 8h à 12h et de 14h à 17h et le Vendredi de 8h à 12h (*juillet et août inclus*)

En cas d'absence laisser 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 : <http://perso.wanadoo.fr/adasta>

Dépôt légal Décembre 2009 - N° ISSN - 1166-5904