AUVERGNE N° 73 - AVRIL 2010 AUVERGNE VOICE VOIC

LA SCIENCE, CHEMIN DE LIBERTÉ ?

LA LUMIÈRE QUI NOUS VIENT DES ÉTOILES

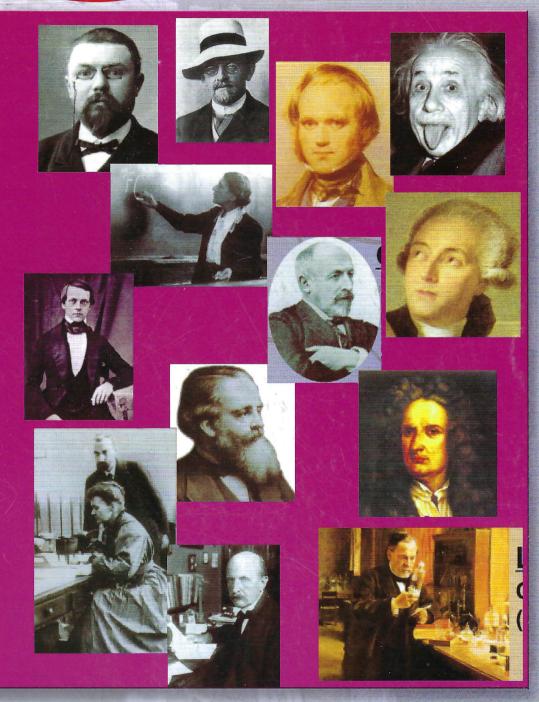
LES MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES, UN PEU DE GÉODÉSIE

L'EFFET VENTURI

Les souterrains de l'Hôtel-Dieu

LES VACCINS À L'ÈRE DES BIOTECHNOLOGIES

LES JEUNES POUSSES

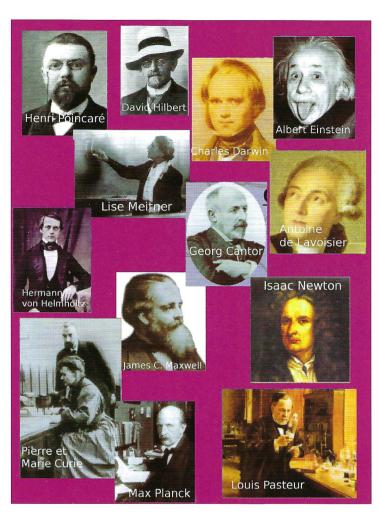


Revue de l'ADASTA

Association pour le Développement de l'Animation Scientifique et Technique en Auvergne avec la participation du

Conseil Scientifique SERTILLANGES

LES AVIEZ-VOUS TOUS RECONNUS?



Ils ont tous œuvré pour la Science :

- qui pour les mathématiques
- qui pour la biologie
- qui pour la physique
- qui pour la philosophie
- \blacksquare etc.

Tous n'ont pas la notoriété d'Einstein ou de Lavoisier mais tous ont apporté leur pierre à l'édifice du monde de la connaissance et de l'innovation.

« La Science consiste à passer d'un étonnement à un autre »

Aristote

SOMMAIRE



Comité de rédaction de la Revue Auvergne-Sciences

Rédacteur en chef: Philippe Choisel

Membres: Jocelyne Allée, Georges Anton, Vincent Barra, Henri Bouffard,
Jean-Claude Capelani, Jean Chandezon, Luc Dettwiller,
Roland Fustier, Paul-Louis Hennequin, Pierre Roulleau, Annie Ville

Conseil Scientifique Sertillanges

Ensemble scolaire JB de la Salle représenté par Louis Avan

Informations1
La Science, chemin de liberté ?2
La lumière qui nous vient des étoiles13
Les mathématiques appliquées16
L'effet Venturi
Les souterrains de l'Hôtel-Dieu21
Les vaccins à l'ère des biotechnologies24
Les Jeunes Pousses
Les articles publiés sont de la responsabilité exclusive de leurs auteurs

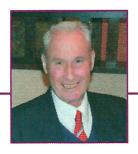
Photo de couverture : Isabelle Piat sur le travail de Louis Avan Remerciements également à nos auteurs pour les photos communiquées

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

© Toute reproduction partielle ou totale interdite

ASTA

EDITORIAL



L'ADASTA a vécu une année 2009 difficile avec des départs et des démissions.

Depuis l'assemblée générale du 13 janvier 2010, le bon sens et la volonté de faire avancer l'Adasta, associés au sens des responsabilités, ont permis de :

- Elire un nouveau Conseil d'Administration, un nouveau Bureau, un nouveau Président
- Définir les missions et affectations des membres du Conseil d'Administration
- Engager les actions proposées par le Président pour 2010 telles qu'elles sont présentées dans cette revue. Ces actions seront dorénavant précisées dans chacune de nos revues.

Notre fidèle et efficace secrétaire, Annie Ville, a souhaité quitter son poste tout en continuant à œuvrer au comité de lecture de l'Adasta.

Après un court intérim assuré par Elisabeth Ross, notre nouvelle secrétaire est Annie-Michelle Baudin, ancienne secrétaire chez Aubert et Duval. Elle assurera la permanence et la gestion de l'Adasta.

Chacun des membres du nouveau CA œuvre efficacement dans ses missions respectives.

L'Adasta s'est remise au travail et assure les activités : accueil des nouveaux adhérents, conférences, sorties-visites, astronomie, jeunes pousses, revue, relations avec des entreprises et des organismes et associations scientifiques. Une autre activité est prévue en 2010 : la mesure et l'analyse des champs électromagnétiques.

Des contacts plus nombreux et permanents sont en cours de développement avec des partenaires locaux qui partagent nos valeurs et nos activités.

Une nouvelle plaquette vient d'être créée qui servira à mieux faire connaître et apprécier l'Adasta. Elle sera proposée chez nos partenaires et lors des conférences.

Vous pourrez la trouver au secrétariat auprès d'Annie-Michelle.

De même, vous pouvez découvrir, en haut de cette page, notre nouveau LOGO qui associe jeunesse et modernité. Il est identique à celui de notre site internet.

Faites confiance à l'Adasta. Elle est en pleine mutation pour le bien de tous.

Aidez-nous à améliorer encore l'Adasta en nous faisant part de vos remarques et suggestions.

Le Président, Henri Bouffard



Conseil Scientifique SERTILLANGES

LA SCIENCE, CHEMIN DE LIBERTÉ ?

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

I- Introduction : De quelle liberté s'Agit-il ?

« La vérité vous rendra libres » [Jean. 8,31]

I - a) Evidence et tragédies

La liberté est comme l'air; on n'y pense pas, mais on vit de la respirer: le don de la liberté, caractéristique de l'homme. La liberté est la condition sans laquelle nous ne sommes plus des êtres humains. « Le miracle de la liberté » réside dans ce « pouvoir commencer » qui à son tour réside dans le fait que chaque homme, pour autant qu'il est venu par naissance en ce monde qui était là avant lui et continue après lui, est lui-même un nouveau commencement. [Hannah Arendt « Ontologie et politique » Editions Tierce 1989 p.167]

L'histoire est riche d'exemples d'une liberté défendue au prix de la vie ; toute personne qui se dresse devant ses bourreaux écrit une « épopée vivante de la liberté » :

- Antigone devant Créon
- Jésus devant Pilate et Hérode
- Dietrich Bonhoeffer et les déportés des camps de concentration, montant au gibet ou résistant la tête haute ...

Tout homme qui, dans un univers de haine et de meurtre, refuse de capituler, porte le témoignage irréfutable de la liberté, de son épopée, de sa grandeur.

Poètes et prophètes de tous les temps, en un minimum de mots et une profonde densité de sens, ont chanté la liberté :

■ Pendant la deuxième guerre mondiale, Paul Eluard, farouche artisan de la résistance au nazisme, publiait dans le recueil « Poème et vérité 1942 », son admirable poème « Liberté »

« Sur mes cahiers d'écolier Sur mon pupitre et les arbres Sur le sable ou sur la neige J'écris ton nom

Sur toutes les pages lues Sur toutes les pages blanches Pierre sang papier ou cendre J'écris ton nom

Sur les formes scintillantes Sur les cloches des couleurs Sur la vérité physique J'écris ton nom

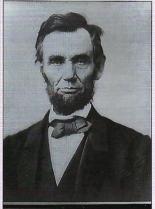
Et par le pouvoir d'un mot Je recommence ma vie Je suis né pour te connaître Pour te nommer

Liberté

■ Le 28 août 1963, devant une foule considérable de 200 000 personnes, à l'ombre du Mémorial Abraham Lincoln, Martin Luther King, apôtre de la non-violence, exigeant une justice égale pour tous les citoyens sous la protection de la Loi, lançait son merveilleux discours prophétique : « I have a dream » :

« J'ai fait un rêve, celui de la liberté... Tous les enfants de Dieu, blancs et noirs, juifs et païens, protestants et catholiques, seront capables de se donner la main et de chanter ensemble les paroles du vieux « Gospel » :

« Libres enfin, libres enfin, rendons grâce à Dieu, nous sommes libres ! »



Abraham Lincoln

Martin Luther King, Prix Nobel de la Paix 1964, fut assassiné le 4 avril 1968.

« Vingt et un ans plus tard, le mur de Berlin est tombé, le libre échange s'est imposé et nous nous sentons moins libres qu'avant... Un grand nombre de gens ont l'impression d'être prisonniers, de la drogue, de l'alcool, prisonniers de leur passé ou de leur enfance, prisonniers de la pauvreté, de la solitude, ou de leur hérédité. »

« Il y a un méchant arrièregoût d'impuissance dans l'entêtant breuvage de la liberté, préparé

dans le chaudron de l'individualisme »

La liberté est une valeur centrale, mais nous ne savons pas bien comment être libres... Nous sommes libérés, pour nous apercevoir que c'est une liberté vide [Timothy Radcliffe « Pourquoi donc être chrétien ? Ed. Cerf octobre 2005]

D'où la nécessité d'un retour aux fondements de notre liberté, à ses racines philosophiques et juridiques.

I - b) Sens ontologique de la liberté

L'expérience humaine originelle de toute personne se confond avec l'histoire même de sa liberté. La liberté est un pouvoir d'autonomie et un pouvoir de don : elle est un pouvoir de choix, indestructible, et un pouvoir d'achèvement, à conquérir. La question essentielle traversant ces réflexions sur « Sciences, chemin de Liberté » est de savoir si, et à quelles conditions, la Science contribue à ce pouvoir de choix, d'achèvement, de libération.

Pour Saint Thomas d'Aquin (« De Veritate » 24.4c) le sujet de la liberté, ce n'est ni l'intelligence, ni la volonté, **mais la volonté considérée dans son rapport à l'intelligence** : dans l'acte libre, la personne tout entière est engagée, et c'est ce qui fait sa gravité. « La personne est amour et liberté. Découverte, la plus grande, du XXème siècle, siècle tragique ». [Olivier Clément « La Vérité vous rendra libre » Lattès. Desclée de Brouwer. 1996].

« La personne, amour et liberté, est une réalité donnée et une réalité à construire tout au long de la vie. Et comme la personne, la liberté, dans sa fragilité même, doit s'épanouir en réalisant sa cohérence à travers les risques du temps. Des éléments génétiques, corporels, psychiques, sociaux, culturels, politiques - nécessaires ou inévitables – limitent et conditionnent la liberté personnelle, sans parler des régimes totalitaires qui tuent la vérité - et donc la liberté – et des violences qui annihilent l'intégrité des personnes ».

Il faut libérer la liberté, prisonnière de beaucoup d'idées fausses et surtout des prétentions de l'orgueil et de l'égoïsme

des puissants.

Evidence de la liberté, négation de la liberté, dans une condition humaine concrète. « La liberté ou les idoles » (Mgr Hippolyte Simon) : à la rencontre de l'évidence et de la

négation de la liberté ou de ses exaltations idolâtriques : la liberté libertaire (idolâtrice de soi) : refus de toute contrainte, de tout ordre préexistant.

« J'ai cherché trois ans l'attribut de ma divinité et j'ai trouvé : l'attribut de ma divinité. c'est ma propre volonté. C'est tout ce par quoi je peux montrer à son point capital mon insubordination et ma nouvelle et ma terrible volonté. Car elle est terrible. Je me tue pour affirmer mon insubordination, ma nouvelle et



Erasme

terrible volonté » (Kirillow dans « Les Possédés » de Dostoïesky): absolutisation du moi, de l'argent, du pouvoir, refus fondamental, mortelle déviation de la liberté libertaire (Paroxysmes: violences, tortures, pornographie, drogues, toute-puissance du terrorisme... aboutissent à la mort).

I- c) Liberté et responsabilité

Responsabilité et liberté sont deux notions correspondantes. « La responsabilité suppose – objectivement et non temporellement – la liberté ; celle-ci ne peut exister que dans la responsabilité ». Car la liberté entraîne la responsabilité, laquelle veut qu'on assume les conséquences des choix qu'on opère : responsabilité vis à vis de nous-mêmes et des autres.

« Le responsable agit dans la liberté de sa personne intelligence et volonté – sans se mettre à l'abri de ses semblables, des circonstances ou de certains principes, mais en tenant compte des données humaines et générales. Le fait que rien ne pourra le défendre, si ce n'est ses actes et luimême, est la preuve de la liberté » [Dietrich Bonhoeffer. « Ethique ». Editions Labor et Fides. Traduction française de Lore Jeanneret. Octobre 1997. pp 202 et suivantes].

Dans l'action seule est la liberté. Et dans la tension vers l'action, de la connexion forte, exigeante des trois mots « liberté-responsabilité-solidarité » dépend chaque jour la transfiguration de nos vies. La personne devient alors le noyau, la cellule vivante qui a vocation de faire exister l'humanité tout entière, dans un flot de réciprocité universelle. Mais personne ne sonde ce mystère de la liberté, si ce n'est dans la discipline : faire et oser ce qui est juste [d'après Mgr Marius Maziers dans « Contacts » n°175. décembre 1992 et Dietrich Bonhoeffer dans « Stations sur le Chemin de la Liberté » Loc.cit].

I- d) Sens politique de la liberté

La liberté, au sens politique des « Droits de l'Homme » est l'absence ou la suppression de toute contrainte considérée

- comme **anormale** par rapport à la nature humaine raisonnable
- comme illégitime par rapport aux Lois, protectrices des personnes, de la Cité
- comme **immorale** par rapport aux exigences fondamentales de la dignité humaine, « valeur absolue » supérieure à toute valeur d'échange. [Référence « La liberté » dans Vocabulaire. Technique et critique de la Philosophie. André Lalande. Presses Universitaires de France. 1988]

La liberté et la responsabilité ne se trouvent pas seulement à côté de l'obéissance aux Lois, mais encore elles ont leur place en son sein. Dans la responsabilité, l'obéissance et la liberté se réalisent toutes deux. Cette tension est inhérente à la responsabilité. Nous ne sommes pas loin des intuitions stoïciennes de Zénon de Citium et d'Epictète.

I- e) Exemple de rupture liberté / responsabilité

Une minorité d'êtres humains des Pays dits « libres ». ceux qui forment les classes movennes et supérieures des sociétés développées, assure son confort en exploitant la Planète au détriment des populations les plus pauvres. L'économisme mondial n'est-il pas porté à tenir la production des matières premières, des produits alimentaires, de l'énergie ... et leur consommation, pour plus importante que la justice à l'échelle planétaire, la lutte contre la pauvreté et

les grandes endémies, la qualité spirituelle de l'homme, le respect des rythmes et des limites de la nature?... 25% de la population mondiale consomme 75% de l'énergie mondiale disponible. L'effet de serre résultant d'une exploitation irrationnelle des énergies fossiles vient amplifier la dégradation sur Terre et sur Mer de la biodiversité et blesser gravement Dame Nature » chantée par le Poverello d'Assise. Et même dans les Pays « Avancés », subsistent des zones de pauvreté extrême parfaitement repérées qui justifient le maintien des « Journées de la misère » en France... « Personne n'est libre tant que tous ne sont pas libres! ».



Euclide

Références Bibliographiques (La liberté)

Hannah Arendt « Ontologie et politique ». Editions Tierce 1989 p.

Dietrich Bonhoeffer « Ethique » Edition Labor et Fides. Traduction française de Lore Jeanneret

Olivier Clément « La vérité vous rendra libre ». Dialogues avec le Patriarche œcuménique Bartholomée Ier Ed. Lattes. Desclée de Brouwer, 1996

Fédor Dostoïesky « Les Possédés »

Léon-Arthur Elchinger « $L'urgence\ du\ vrai$ » ; pour une nouvelle libération de l'homme. Editions Maine. pp 21-26

André Lalande Vocabulaire technique et critique de la Philosophie « La Liberté ». Presses Universitaires de France. 1988

Thomas d'Aquin « De veritate » 24.4C

Hippolyte Simon: "la Liberté ou les Idoles"

II - CRITIOUE DE LA SCIENCE PAR HANNAH ARENDT

Hannah Arendt (1906-1975), philosophe d'origine juive, n'échappa à la persécution et à l'horreur concentrationnaire qu'au prix d'un exil à Paris (1939-1941)

puis aux USA, fut un des grands Penseurs de notre temps. Témoin des grands séismes de l'histoire et de la raison, Hannah Arendt, après une thèse sur « le Concept d'Amour chez Augustin » (Heidelberg – 1928) réfléchit sur les conditions de la liberté et d'une pensée libre avec Origines Les du Totalitarisme » (1951) et Condition La de l'Homme Moderne (1958)



Nous retiendrons deux critiques d'Hannah Arendt :

1 – « Les Sciences ont été contraintes d'adopter une « langue » de symboles mathématiques (ou de termes de plus en plus abstraits : ainsi la couleur de la chromodynamique quantique) uniquement conçue au début comme abréviation de propositions appartenant au langage. Cette langue contient à présent des propositions absolument intraduisibles dans le langage (nous l'avons vu et expérimenté dans les médias au moment de la catastrophe de Tchernobyl, avec la très grande confusion engendrée par l'emploi des unités de doses radioactives ou d'irradiations : curies, becquerels, rads, roëntgens, sieverts, grays…)

« S'il est bon, peut-être, poursuit Hannah Arendt, de se méfier du jugement politique des savants en tant que savants, ce n'est pas principalement en raison de leur manque de « caractère » (pour n'avoir pas refusé, par exemple, de fabriquer les armes atomiques) ni de leur naïveté (pour n'avoir pas compris qu'une fois ces armes inventées, ils seraient les derniers consultés sur leur emploi). **C'est en raison précisément de ce fait qu'ils se meuvent dans un monde où le langage a perdu son pouvoir**... Et toute action de l'homme, tout savoir, toute expérience n'a de sens que dans la mesure où l'on peut en parler » (« C.H.M. » - Calmann-Lévy – 1983).

2 - « On fait honneur aux Sciences de Nature d'avoir provoqué accroissement démontrable, toujours plus rapide, de savoir et de pouvoir humains : peu avant les temps modernes on avait, en Europe. moins de connaissances qu'Archimède au IIIème siècle avant Jésus-Christ, alors que la première moitié de notre siècle a vu, à elle seule, plus de découvertes importantes que tous les âges ensemble depuis le début de l'Histoire ».



« Mais, on blâme tout aussi justement le même phénomène d'accroissement de savoir et de pouvoir pour l'augmentation à peine moins démontrable du désespoir humain ou pour le nihilisme spécifiquement moderne qui se répand dans les secteurs toujours plus vastes de la population. L'aspect le plus significatif de ce nihilisme et de ce désespoir étant qu'ils n'épargnent plus les savants dont l'optimisme pouvait encore au XIXème siècle s'opposer au pessimisme des penseurs et des poètes. »

- ... « C'est une société de travailleurs que l'on va délivrer des chaînes de travail – grâce à l'automatisation – et cette société ne sait plus rien des activités plus hautes et plus enrichissantes pour lesquelles il vaudrait la peine de gagner cette liberté. »
- « Au lieu de la nature, de l'univers, l'homme ne rencontre que soi » se plaint Heisenberg.
- « Ne vaut-il pas mieux écouter Einstein lorsqu'il dit « Nous hommes de Science, devons construire des ponts spirituels qui lient entre elles les nations du monde » (1948).

Lieu de haute compétition scientifique, creuset de recherche fondamentale, le Centre Européen de Recherche Nucléaire (CERN de Genève), spécialisé en physique des hautes énergies, vit sa création encouragée par Einstein.

III - MOTIVATIONS DES CRITIQUES DE LA SCIENCE

Il faut d'abord s'interroger sur les « Racines de l'antiscience »

■ Notre désenchantement, notre déception face à la Science n'est-elle pas une déception de riches ? Ni Descartes, ni Leibniz n'auraient pu imaginer l'anti-science.

■ Condorcet, arrêté et condamné, se consolait en songeant au magnifique avenir qui attend l'humanité « Si celle-ci est décidée à suivre les impératifs de la science ».

■ Après son éblouissante découverte de Newton, Voltaire devint le plus ardent protagoniste des « Principia » et applaudit à la découverte de l'aplatissement de la Terre aux pôles.

Auguste Comte, seul de tous les philosophes depuis Kant. avait pris la peine d'acquérir toutes les connaissances scientifiques de son temps. Mais pour lutter contre le dogmatisme religieux, il va créer lui-même un nouveau dogmatisme : dans son cours de Philosophie Positive, Auguste Comte soutenait que la cosmologie devait restreindre son objet à la Terre, que l'étude des autres planètes est une perte de temps et que celle de tout ce qui se situe au-delà de Saturne n'a aucun sens. Ce qui le conduit à traiter de folie l'enthousiasme qui accompagne la découverte de Neptune et à se lamenter au sujet des efforts pour connaître la composition chimique du Soleil et des étoiles. De telles inionctions relèvent de l'anti-science. Toute dictature de la Science (qui ignore ses limites) est une anti-science. La Science véritable ne s'exprime pas dans un discours totalitaire.

Aujourd'hui encore, beaucoup de critiques adressées à la Science s'adressent au « Scientisme » et aux deux excès qui le « définissent ».

Affirmation du caractère absolu et complet de la connaissance scientifique par rapport à l'expérience humaine qui pourrait alors être « mise en équation » et totalement programmée, tandis que serait interdite l'exploration de la « Terra Incognita »... Et que serait une vie saturée de connaissances scientifiques ou une culture sans amour, sans Jean-Sébastien Bach, sans Mozart, Dante, Homère...!?



■ Interdiction de toute réflexion morale ou éthique dans les champs d'application de la Science (position de la terreur nazie).

A partir d'un examen de quelques racines de l'antiscience, on peut énoncer et analyser brièvement les motivations des critiques de la Science. Elles explicitent et prolongent la pensée d'Hannah Arendt. Elles ont fait l'objet de colloques sur Ethique et Philosophie des Sciences (Réf. Pasteur André Dumas, Jean Ladrière).



1 - En premier lieu figurent applications militaires de la Science, avec comme point culminant l'utilisation de la bombe atomique (bombe à fission) en août 1945. Mais la course aux armements est aussi le point de départ d'une prise de conscience des Scientifiques de leur

responsabilité *face à l'érosion de l'intégrité de la Science*. « Quel fusil n'est pas chargé de savoir scientifique » ?

Responsable scientifique du Programme Manhattan, Robert Oppenheimer est révoqué pour s'être opposé à l'extension des armes nucléaires.

- 2 Une seconde motivation apparaît dans les années 50 et prend une importance croissante à partir de 1960 : la prise de conscience écologique : pollution de l'eau, de l'air, de la nourriture (carence de protéines dans les aliments), faim, malnutrition. Le déséquilibre nutritionnel s'amplifie dans les pays en développement où la culture du coton (ressource fiscale) se substitue aux cultures vivrières et porte atteinte au régime hydraulique et à l'environnement.
- 3 La Science est devenue un facteur de puissance et la recherche scientifique pose un problème politique. L'interaction Science/Politique n'est pas nécessairement rassurante par rapport au bien commun des collectivités humaines. On a pu dire que le cerveau de Von Neumann valait plus de 20 divisions, et le même jugement peut être avancé pour Iliouchine, l'ingénieur soviétique créateur de l'avion d'assaut blindé.
- 4 Le développement de la science monumentale (« big science ») entraîne une organisation à grande échelle. La vision du chercheur génial, assimilé à l'artiste de la Renaissance s'efface devant la fonctionnalisation. La division du travail peut entraîner au niveau même du chercheur une perte de sens.
- 5 La Science est assimilée à l'idéologie des sociétés dominantes.

La Science va servir de caution à des pratiques sociales. En fait, il se produit un glissement du concept de rationalité à travers lequel Science et idéologie sont mis en communication. Le développement de l'informatique, son application à la mise en fiches de données sociales et médicosociales de familles en difficulté, d'ouvriers migrants, avec risque de violation de l'intimité des personnes illustrent les dangers encourus, malgré les avantages de simplification organisationnelle et de rapidité dans le traitement des dossiers.

Pour Kant, la rationalité scientifique, qui relève de ce qu'il appelle « entendement », ne représente qu'un certain usage de nos facultés intellectuelles de connaissance, usage étroitement limité et circonscrit par les conditions qui imposent aux concepts d'être mis en rapport avec l'expérience sensible. Au-dessus de toute valeur, Kant place la « valeur des valeurs » : la Dignité Humaine.

Au-delà du domaine de l'entendement s'ouvre le domaine de la raison qui se manifeste à travers un double usage :

- théorique, spéculatif qui se concrétise dans le rôle assigné aux idées » régulatrices « principes organisateurs de l'architectonique de la
- et d'autre part, un usage pratique qui s'exprime à travers la dynamique de la liberté (c'est le « cœur » de Pascal),



d'où le danger de l'élaboration d'une théorie soi-disant scientifique de l'action, dans la mesure où ce qui peut se considérer comme fondé sur le plan scientifique se trouve automatiquement justifié aux yeux de nos contemporains (Jean Ladrière).

6 - Une tendance réductionniste des sciences de la nature tend à faire apparaître la vie elle-même comme n'étant rien de plus qu'un état hautement complexe de la réalité matérielle. La Science a provoqué un ébranlement des bases inconscientes de la vie.

Freud indique les trois grandes blessures infligées par le progrès scientifique au narcissisme humain.

- Début de l'astronomie : le géocentrisme est remplacé par l'héliocentrisme :
- L'homme apprend par la théorie de l'évolution qu'il est un chaînon dans une lignée qui vient des formes les plus élémentaires de la vie.
- La théorie de l'inconscient apprend à l'homme qu'il n'est pas complètement maître chez lui.

D'où une dualité entre le vécu et le connu.

IV - LES ASPECTS LES PLUS PROFONDS DU « MOUVEMENT ANTI-SCIENCE »



dimensions éthiques de la recherche peut conduire à des positions radicales: interdiction de tout même dans nucléaire. applications médicales (diagnostic et thérapeutique), disqualification de toute thérapie génique.

1 – La prise de conscience des

2 – Si la Science peut être un instrument de pouvoir, et si on veut s'opposer aux excès auxquels conduit l'utilisation de la science, c'est aux

« déterminants idéologiques internes de la science » qu'il faut s'attaquer, même au niveau des recherches fondamentales.

3 – L'image populaire de la toute puissance bienfaisante de la Science s'est effritée.

La Science rencontre des limites, des obstacles (par exemple en biologie, en médecine). Elle est considérée bien souvent comme dangereuse. Cette vision met en cause l'aptitude, la capacité des scientifiques à assurer « la transparence » de leurs travaux.

- 4 La critique peut devenir épistémologique : « la Science produit contingent d'une histoire particulière, n'appartient pas au corpus fondamental de la Culture Universelle »
- 5 D'où : recherche d'autres modes de connaissance : « Les mailles du réseau scientifique ne laissent-elles pas échapper ce qu'il y a de plus pertinent, de plus significatif, de plus décisif pour l'existence humaine ?». La science moderne s'est constituée en mettant entre parenthèses certains aspects réalité : cette réduction méthodologique est devenue ontologique.
- « Les constructions intellectuelles de la Science constituent aux yeux de la jeunesse un royaume irréel d'abstractions artificielles qui s'efforcent de recueillir dans leurs mains desséchées le sang et la sève de la vie réelle, sans pourtant jamais y réussir » (« Le Savant et la Politique » Max Weber).



Pythagore de Samos

V – Premiers éléments de réponse AUX CRITIQUES DE LA SCIENCE

- « Désigne par une loi expresse, au blâme public, le propriétaire d'un champ qui le cultive mal et qui le laisse en friche » (Pythagore).
 - « Emplissez la terre et soumettez-la » (Genèse 1.28)
- « Le progrès scientifique est un fragment, le plus important il est vrai, de ce processus d'intellectualisation auquel nous sommes soumis depuis des millénaires et à l'égard duquel certaines personnes adoptent de nos jours une position étrangement négative... Voir le sens spirituel des êtres à travers leur forme visible, constitue une eucharistie cosmique : les choses sensibles apparaissent comme « le

corps du Seigneur » et leurs racines célestes comme son « sang » [Maxime le Confesseur. Mystagogie 2. PG Patrologie Grecque 91. 669]

Que signifie la Science, en tant que vocation, pour celui qui s'y consacre ?

Quelle est la vocation de la Science dans l'ensemble de la vie humaine et quelle est sa valeur ?





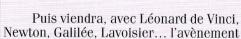


Platon

Rappelons-nous la merveilleuse allégorie du début du Septième livre de la République de Platon. Les prisonniers sont enchaînés dans leur caverne. Leur visage est tourné vers la paroi du rocher qui se dresse devant eux ; dans leur dos, la source de lumière qu'ils ne peuvent pas voir ; ils sont condamnés à ne s'occuper que des ombres que celle-ci projette sur la paroi, sans autre possibilité que celle de scruter les relations qui existent entre ces ombres. Et puis, l'un d'eux réussit à briser ses chaînes : il se retourne et voit le soleil. Ebloui, il va en tous sens et il balbutie à la vue de ce qui se présente à lui. Ses compagnons le prennent pour un fou. Petit à petit il s'habitue à regarder la lumière. Cette expérience faite son devoir est de redescendre parmi les prisonniers de la caverne afin de les conduire à la lumière. Il est le philosophe, et le soleil représente la vérité de la science dont le but n'est pas seulement de connaître les apparences et les ombres, mais aussi l'être véritable. Le problème des limites de la Science et de la Philosophie se posa aussitôt.

N'a-t-on pas tendance à croire de nos jours que c'est dans ce jeu d'ombres sur la paroi de la caverne que palpite la vraie vie, la vraie réalité : tout le reste n'est – ne serait – que fantômes inanimés, détournés de la réalité et rien d'autre ? L'enthousiasme passionné de Platon dans la République s'explique par le fait qu'à cette époque on avait découvert le sens d'un des plus grands instruments de toute connaissance scientifique : **le concept**. Le mérite en revient à Socrate qui

en saisit tout de suite l'importance. Il ne fut pas le seul à l'avoir compris : dans les écrits hindous, on peut trouver des éléments d'une logique tout à fait analogue à celle d'Aristote. Mais nulle part ailleurs qu'en Grèce, on ne trouve cette conscience de l'importance du concept.



de la **méthode scientifique**.



Plus que l'accumulation de connaissances encyclopédiques, la maîtrise progressive de ces deux instruments : Concept (atome, chaleur, énergie, courant, interactions, quantas de lumière, etc...) et Méthode scientifique et leur évolution au cours de l'Histoire, font des Sciences de la Nature des outils privilégiés de formation de l'intelligence (même si ces outils ne peuvent avoir la prétention d'être exclusifs). La seule lecture des vingt magnifiques pages consacrées par Augustin d'Hippone, qui n'était pas scientifique, au problème du temps, illustre à titre d'exemple, l'intérêt philosophique de la Science.

VI – QUEL EST L'APPORT POSITIF DE LA SCIENCE À LA « VIE » PRATIQUE, PERSONNELLE ?

Dans « Le Savant et le Politique » Max Weber nous propose quatre arguments :

- 1 La Science met à notre disposition un certain nombre de connaissances qui nous permettent de dominer techniquement la vie par la prévision, aussi bien dans le domaine des choses extérieures que dans celui de l'activité des hommes. (« Scientifique Marchand de légumes » écrit Weber).
- 2 La Science nous apporte quelque chose de plus spécifique : des méthodes de pensée, c'est-à-dire des instruments et une discipline (« non plus des légumes, mais un moyen pour se procurer des légumes »...).

3 – La Science contribue à une œuvre de clarté (à condition que les savants possèdent eux-mêmes cette clarté).

S'il en est ainsi, en présence d'un problème de valeur qui est en jeu, la Science peut éclairer les possibilités, voire la nécessité d'un choix. « Le professeur peut montrer la nécessité du choix, mais il ne peut faire davantage s'il se limite à son rôle de professeur et s'il ne veut pas devenir un démagogue » écrit Max Weber (Périclès porta le premier le nom de démagogue).

4 – La Science a un devoir de vérité, devoir inconditionnel du point de vue de l'éthique absolue. Prise en compte du danger de la disjonction entre connaissance et valeurs, sphères de l'être et du devoir être.

Accepter les interpellations. Au Siècle des Lumières (J.J. Rousseau haïssait la science comme source de tous les maux, proclamant que les académies des Sciences hébergent plus de menteurs qu'il n'y en a dans le reste de l'Europe, et prêchant le retour à la nature primitive). Voltaire encensait la Science comme source de toutes les bénédictions.



Kepler

Marcuse nous fait aller plus loin. Sa critique féroce et corrosive est une interpellation stimulante :

« Il faut aujourd'hui répondre à la question de savoir si dans la société opulente, en perpétuant et intensifiant la lutte pour l'existence, la Science reste encore ou non véhicule de libération. La distinction entre la Science et la Technologie devient douteuse. A l'heure où les conquêtes les plus abstraites de la mathématique et de la physique théorique obéissent si adéquatement aux besoins de l'I.B.M. et de la Commission à l'Energie

Atomique, le moment est venu de se demander si de pareilles possibilités n'affectent pas le concept de la Science ellemême. Il me semble que l'on n'apporte guère de solution à la question en séparant la science pure de la science appliquée : la « pureté » spécifique de la Science a facilité l'union de la construction et la destruction de l'humanité et de l'inhumanité dans la domination de la nature ». (Herbert Marcuse « Science and Culture » - Boston 1965).

VII - Pour une « Latéralité éclairante » (Réf. : André Dumas)

Comment situer la place de la Science, de la Culture Scientifique, dans une société moderne ?

André Dumas imagine la lumière qui met en perspective les peintures des frères Le Nain, et dont on ne voit généralement pas la source. Cette lumière invisible assure la mise en place décisive, la plupart des personnages ne la regardent pas, bien que généralement l'un quelconque d'entre eux la porte et la sauvegarde. Cette lumière anime toute la composition bien qu'elle n'appartienne pas aux objets euxmêmes. Elle n'est ni un couronnement, ni un appendice. Elle est une latéralité qui met dans le tableau profondeur, animation, distinction, aimantation. Les capacités rationnelles sont à la fois accomplies et comme submergées par la surabondance de la lumière. Dans la contemplation de la nature, le cœur intelligent devient « un œil de feu » « une demeure de lumière ». Cette lumière rejoint la « lumière secrète des choses », ce feu ineffable et prodigieux caché dans l'essence des choses comme dans le « Buisson ardent » Maxime le Confesseur. [Loc.cit.]

Avec André Dumas, nous retenons *cinq caractères de latéralité éclairante* :

1 – Par sa nature de connaissance : « de sympathie passionnée » le savoir scientifique moderne prétend plus à une modélisation approximative (cf. cosmologie) sans cesse démentie et améliorée, qu'à une vision définitive de la réalité. La Science (cf. Physique quantique) s'éloigne du concret sans être certaine d'atteindre à la vision synoptique qui lui permettrait de saisir l'unité parfaite de l'intelligence.



Pierre de Fermat

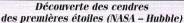
Exemple : L = $\sqrt{G.\bar{h}} / c^3 = 10^{-35} \text{ m}$ $\tau = L / c \approx 10^{-43} \text{ seconde}$

L la longueur de Planck, τ le temps de Planck, à savoir respectivement la plus petite dimension de la bulle cosmique imaginable, l'instant au-delà duquel toute mesure échappe à notre entendement... sont calculés par Max Planck à partir de la constante de gravitation G, de la constante d'action h et de la vitesse de la lumière dans le vide c.

Longueur de Planck, temps de Planck... grandeurs physiques expérimentales ou paramètres abstraits? A tout le moins, rythmes mystérieux d'une symphonie inachevée! Si nous sommes passés en 300 ans du micromètre de Van Leeuwenhoek à la longueur d'onde associée de 10^{-18} mètre des grands accélérateurs!... 17 échelles de 10 nous séparent encore de la longueur de Planck!

2 – Deuxième caractère de la latéralité : Emerveillement qui s'enchante de la multitude variée de tout ce qui est... « Gaz interstellaire découvert il y a dix ans par Ricardo Giovannelli, Directeur de l'équipe radioastronomie au Centre de la Fondation Nationale des Sciences (américaines) d'Aracibo (Porto Rico) et son associée Martha Haynes. « Une galaxie en formation ? », à 65.106 années-lumière... « Ils avaient pointé leur télescope vers une région du ciel qu'ils croyaient vide, afin de régler leurs détecteurs. Au lieu du bruit de fond, ils ont capté un fort signal caractéristique de l'hydrogène ».







3 – La crainte qui nous situe dans nos limites, et qui est un respect attentif de la réalité (la réalité de la matière, la réalité de la vie, la vie d'un enfant...).

La recherche scientifique est attention à la réalité totale. Cette attention interdit de tricher avec un atome (qui peut se venger), avec la vie d'un enfant (qui ne peut se défendre). Cette extrême attention faite de respect de la création, requiert en plus de la crainte, l'audace que donnent au scientifique l'humilité, la patience, l'esprit critique, l'esprit d'équipe, dans une aventure qui n'est solitaire que très exceptionnellement.

4 – La recherche scientifique, participation à la conquête de la vérité, est tension vers un absolu, un dépassement, à la manière de l'alpiniste « tendu dans son esprit et sa volonté » vers une cime jamais atteinte... et qui sait qu'à la plus radieuse conquête succédera l'humble ferveur de l'attente, prélude d'une nouvelle ascension encore plus exigeante.

Liberté de la connaissance, capacité de l'émerveillement, utilité de la crainte, ferveur humble de l'attente, sont des éclairages qui peuvent conserver à l'homme et à la société une attitude réaliste pour que nous ne basculions pas de l'ivresse de la science triomphante à la déception de l'antiscience dénigrante.

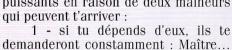
A la fin de sa vie, Niels Bohr était très déçu, non pas de la Science comme telle, mais parce qu'on demandait à la Science d'être le savoir complet (la physique quantique souligne deux limites du savoir scientifique : savoir partiel, savoir partial).

5 – Cinquième caractère d'une latéralité éclairante, et qui participe à l'éclairage du cœur du tableau : toute découverte scientifique appartient au patrimoine commun de l'humanité. Elle doit pouvoir être, en son achèvement, dépouillée de technicité, exprimée dans une langue claire et accessible. De même l'Histoire des Sciences est partie intégrante de l'Histoire Universelle. Elle révèle l'éclosion d'un savoir partiel, progressif, un savoir partial, mais aussi la beauté de la Science.

VIII – PERMANENCE ET FÉCONDITÉ DE LA VISÉE ÉTHIQUE DE LA SCIENCE « Odyssée de la Liberté »

Albert Le Grand (maître de Thomas d'Aquin) donnait des préceptes aux alchimistes de son temps. Dans Libellus de Alchimia, le « septième précepte » dit :

« Tu dois surtout éviter la dépendance vis-à-vis des princes et des puissants en raison de deux malheurs qui peuvent t'arriver :



quand est-ce que nous aurons quelque chose de profitable ? Et, n'étant pas capables d'attendre jusqu'au bout, ils te mépriseront;

2 - et si tes essais réussissent, alors ils voudront te garder et te priveront de liberté. « La vérité vous rendra libres »

Jean Dausset – « Prix Nobel de Médecine », Jean Dausset évoquait ces questions majeures dans un article de la Revue des Deux-Mondes de septembre 1989 : « Il ne peut être question de freiner cet élan instinctif vers la connaissance qui constitue l'honneur de l'homme ».

Toute connaissance est une libération, alors que toute ignorance est une limitation.



Il résumait ainsi les exigences éthiques :

« Toute source d'énergie ne doit être utilisée qu'au bénéfice de l'homme, sans atteinte à la biosphère :

Le patrimoine génétique, dans l'état connaissances, ne doit pas être modifié de façon héréditaire.

Le corps humain dans tous ses éléments, cellules, tissus et organes, n'a pas de prix et ne peut donc être source de profit ».



Dans « Physics in the twentieth century » W.F. Weisskopf évoque le coût total de la Recherche fondamentale depuis Archimède : « Une journée de production industrielle ou agricole des USA » (« Big Science » comprise)...! et cette recherche a conduit non seulement à une incomparable vision du monde, mais aussi à des découvertes fondamentales pour la biologie, la médecine qui s'est trouvée plus radicalement modifiée en 50 que pendant les 40 siècles

précédents.

L'éradication totale de la VARIOLE a coûté 20 heures de production mondiale d'armement.

En 1985. l'auteur de ces lignes était en séjour dans un Centre de Promotion de la Santé du Nord Cameroun : Tokombéré, tout près du Tchad et du Nigéria... Presque toutes les nuits, des malades, des femmes enceintes arrivaient à l'hôpital pour des urgences ; le même scénario se reproduisait chaque fois : l'infirmier de garde réveillait médecin et chirurgien. Pendant que l'infirmier (ou le médecin, ou le chirurgien) préparait et rassurait le patient, les deux autres s'occupaient de la première priorité : faire démarrer le groupe électrogène. Il m'est arrivé de participer à l'opération, et quand le groupe s'obstinait trop longtemps à refuser de « partir » - usure, difficultés de maintenance - nous étions très angoissés.

Aujourd'hui, Tokombéré, chef-lieu d'un arrondissement de 100 000 personnes pour 1000 km², ville de 5000 habitants. est alimentée en électricité par le réseau.

Grâce à une action humanitaire d'E.D.F., des puits ont été creusés, et tout l'hôpital est alimenté en eau courante. Des radiographies sont réalisables à tout instant. Le médecinchef peut lire et écrire le soir sans lampe tempête, et prendre une douche sans avoir à puiser de l'eau au seau et à la corde « à la fontaine de Jacob ».



Christian Aurenche avec de jeunes Africains

Les malades ont un peu plus de confort, les bébés voient leur chance de survie croître (pas uniquement pour des raisons technologiques docteur Christian Aurenche a recu le Grand Prix Sasakawa de l'OMS » pour son action développement et de santé dans tous les

villages – tous n'ont pas encore, loin de là, l'électricité). Mais la « chaîne du froid » essentielle à la conservation des médicaments est sauvegardée.

Trois lampadaires éclairent Tokombéré toutes les nuits. Certains cabarets font fortune grâce à la bière fraîche qui sort du frigidaire... et des jeunes peuvent se trouver en péril par excès de confort alors qu'ils avaient surmonté les obstacles d'une pauvreté austère.

Mais les épidémies de rougeole, de fièvre jaune, de choléra sont du passé : même l'évolution du sida est stoppée. Le projet santé, le projet "jeunes", le réalisme de "l'Ecole pour la Vie", "les forums citoyens", le promotion féminine, l'expansion d'une paysannerie responsable, soucieuse de l'environnement... sont autant de signes d'une éthique du développement humain intégral qui a su prendre en compte, harmonieusement. les aspirations de la population et le bond extraordinaire des nouvelles technologies de communication, dans le respect des traditions immémoriales à la soif d'apprendre.

Les chercheurs, les enseignants, les responsables politiques doivent s'associer dans la réflexion et dans l'action : l'Ethique de la Conviction » et « l'Ethique de la Responsabilité » introduites par Max Weber.

Bien évidemment, les Scientifiques mettront volontiers en lumière le côté positif de leur aventure « existentielle » et les arguments ne leur manquent pas, d'autant plus que la Science, Ecole d'Ethique et de Réflexion est aussi une grande Ecole d'humilité. Si la vérité rend libre, elle clarifie également le regard (Ps. 18).

IX – 1 Un nouveau défi: LA DÉFERLANTE DES NANOTECHNOLOGIES [d'après le journal du CNRS. N° 189. Octobre 2005]

Depuis les années 1980. deux découvertes fondamentales : le microscope à force atomique et le microscope à effet tunnel ont permis l'exploration d'un nouvel univers : le « nanomonde » (entre 1 et 100 nanomètres : 1 nanomètre = 10-9 mètre : un millionième de millimètre). Un atome neutre mesure entre 0.1 et 0.4 nanomètre.

A cette échelle, la matière révèle des propriétés que ne possèdent pas les objets plus grands : par exemple, les électrons ne circulent plus comme dans un courant ininterrompu, mais un par un par effet propriétés Tunnel. Les optiques, mécaniques, catalytiques, magnétiques, de conductivité, ... peuvent s'en trouver totalement transformées.



Ludwig Boltzmann

Physiciens et chimistes savent déjà élaborer des objets nanométriques nanotubes, nanofils, fullerènes (tous matériaux carbonés). Le fullerène est une forme élémentaire et moléculaire de carbone, à géométrie sphérique. « De même des nanoparticules (agrégats, colloïdes, cristaux, fullerènes) composés de quelques dizaines à quelques milliers d'atomes regroupés en paquets ou assemblés en forme de cage sont couramment réalisés en laboratoire ».

Les applications sont multiples : depuis la réalisation des membranes de filtration en vue de la dépollution de l'eau, jusqu'aux piles à combustible (certaines membranes laissent passer les protons présents dans l'eau : ces protons « récupérés » de l'autre côté, permettraient de fabriquer une petite pile à combustible). La pile à combustible est un générateur de courant qui transforme l'énergie d'une réaction chimique telle que $H_2 + \frac{1}{2} 0_2 => H_2 0$, en courant électrique de façon continue.

On imagine également la réalisation de « laboratoires sur puces » miniaturisés à l'extrême et exploitables en analyse médicale : « il suffit d'y déposer une goutte de salive ou une goutte de sang, et l'analyse se fait immédiatement » [Christophe Ybert, Laboratoire de Physique de la matière condensée et de nanostructure, Lyon]

Les perspectives d'applications sont immenses :

- Réduction par « dématérialisation » des consommations d'acier, d'aluminium ou de plastique dans des produits plus légers ou performants : General Motors a ainsi réalisé des polymères à base de nanostructures dans les marchepieds!
- Développement de biotechnologies : réalisations de médicaments-vecteurs de taille nanométrique (70 fois plus petits qu'un globule rouge) pouvant être administrés par voie vasculaire, évitant tout phénomène thromboembolique. Les vecteurs peuvent être des liposomes, nanoparticules de polymères biodégradables en forme de capsules avec réservoir ou de sphère matricielle en « pelote de laine ». Les magnétites (particules d'oxyde de fer) peuvent également se concentrer dans certaines tumeurs. Ensuite l'irradiation par ondes électromagnétiques permet l'échauffement sélectif de la tumeur pour son traitement [Patrick Couvreur, Directeur du Laboratoire " Physico-chimie. pharmacotechnie. Biopharmacie ». Laboratoire CNRS/Université Lyon]
- Le domaine de l'électronique offre des champs d'applications illimités : nanofils de silicium, orientation de l'aimantation magnétique d'un nano-élément [Albert Fert : « L'utilisation depuis 1988 des « vannes de spin » pour les têtes de lecture de disques durs a porté leur densité d'enregistrement de 0,15 à 80 gigabits par centimètre carré ». De plus les informations ainsi stockées ne sont ni volatiles, ni sensibles aux radiations : d'où une extrême pertinence dans les applications aéronautiques et spatiales [Claude Chappert. Directeur à l'Institut d'Electronique Fondamentale. Orsay]

Interrogation

Cette percée des nanosciences et nanotechnologies sur tous les fronts (un marché potentiel estimé à mille milliards de dollars avant 10 ans) estelle sans risque? Les nanoparticules ne présentent-elles pas de risques pour la santé et l'environnement ? La communauté scientifique n'a pas manqué d'aborder ces questions fondamentales et nouvelles d'ordre



éthique. En particulier les jeunes chercheurs font preuve d'une grande ouverture d'esprit à ces questions essentielles et interdisciplinaires.

Une première étape de ce « procès éthique » au sens d'Aristote aura été une auto saisine du Comité d'Ethique du CNRS (Comets présidé par l'astronome Pierre Léna).

L'image des fullerènes, capables de capturer des radicaux libres est positive.

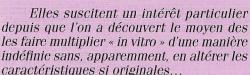
Qu'en est-il pour les « quantum dots » (nanocristaux semi-conducteurs fluorescents) et les nanoparticules d'oxydes métalliques?

« Nous voulons voir si de telles particules sont capables de percer la membrane cellulaire pour s'y accumuler, et après accumulation, si ces particules sont transformées par les cellules ». [Barbara Couget. Laboratoire Pierre Sue du CNRS. Orsay. Equipe « Toxicologie humaine et environnement »]

Exemple encourageant de « délibération réfléchie » « en vue d'un Jugement de prudence » orienté vers le « Bien commun », de scientifiques soucieux d'harmoniser leur double vocation de chercheur et de citoyen, tenant ainsi le plus grand compte de l'expérience des déchets nucléaires.

IX - 2 Autre défi : cellules souches et problèmes éthiques

« Dans le secret de nos organes, une fontaine de jouvence » renouvelle régulièrement nos tissus tout au long de notre vie. Ce processus de rajeunissement est assuré par des cellules qui prolongent, chez l'adulte, des propriétés rencontrées chez l'embryon : les cellules souches.





Robert Koch

constituent donc une réserve Elles cellulaire virtuellement inépuisable : c'est pourquoi on leur a donné le nom de cellules souches... D'où tout un programme de recherches pour en faire une arme nouvelle contre la maladie et le vieillissement » (Nicole Le Douarin, Professeur honoraire au Collège de France. « Les cellules souches, porteuses d'immortalité ». Odile Jacob. 410 pages. 2008).

En 1998, la production de cultures de cellules souches embryonnaires humaines, par le groupe de J. Thomson aux Etats-Unis, a porté ce domaine à la connaissance du grand public et soulevé des questions éthiques qui se rattachent au statut de l'embryon humain : les avancées de la recherche médicale questionnent régulièrement le statut du fœtus : l'échographie permet une appréhension directe de « l'enfant à naître ». Le fœtus est devenu un patient potentiel ou réel, « les membres du fœtus peuvent être mesurés, le diamètre pariétal enregistré pour vérifier la croissance... L'échographe découvre une petite créature étrangement active et pas du tout comme le parasite passif que l'on imaginait.

Il voit le fœtus donnant des coups de pieds et se tournant, respirant d'une facon cyclique particulière, avalant d'énormes quantités de liquide amniotique, vidant sa vessie régulièrement. L'échographe peut même voir le magnifique battement de son cœur et de ses alvéoles » (M. Harrison, professeur de chirurgie infantile, pionnier de la recherche en médecine fœtale. In « Biomédecine et devenir de la personne ». Collection « Esprit/Seuil » 1991. Direction Simone Novaes).

Pour de tels praticiens le fœtus est « une personne » à prendre en charge; il n'exprime pas son désir, mais le nouveau-né non plus, il ne le fait que par des pleurs.

Pour d'autres praticiens « la personne c'est la mère »... « Il faut, pour être une personne, posséder assez de conscience et de raison pour entrer dans la communauté des sujets libres et exercer son autonomie : « si je



coupe le cordon, il meurt ; donc la personne c'est la mère » (Une gynécologue obstétricienne)... Le propre du monde de l'embryon est l'identification fusionnelle : l'embryon (comme le fœtus) ignore que sa mère est autre que lui (d'après Xavier Thévenot in « Morale fondamentale »).

Pour les tenants de cette position, c'est la relation, et dans cette relation l'autonomie qui créent « la personne ». La personne n'existerait que dans la relation. Nous connaissons la position de l'Eglise catholique : « La rencontre de l'ovule et du spermatozoïde confère à l'œuf fécondé le caractère d'être humain ». La culture des cellules souches dites ES (pour embryonic stem cell) dérivées d'un embryon humain est alors interdite.

La position des grands témoins n'a pas toujours été aussi tranchée. Pour Grégoire de Nysse, l'embryon a bien une âme dès sa conception. Pour Thomas d'Aquin, l'âme humaine doit être accueillie « dans un corps apte à servir d'organe au sens » [Somme théologique Q. 76. a.5] et « Somme contre les Gentils » : « **L'organisation du corps** précède, dans le développement de la génération, l'infusion de l'âme raisonnable » [Contra Gentiles. Livre quatrième.XL\V]

La position thomiste ne rejoint-elle pas la position juive? Jusqu'à 40 jours de génération, l'embryon est considéré comme « non humain ». C'est ainsi qu'en Israël les recherches sur les cellules ES humaines se poursuivent très activement.

Situation française

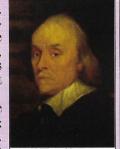
Le Comité National d'Ethique, saisi de cette question, en présence de violentes polémiques, affirme « qu'au stade de la progestation » l'embryon est une « **personne humaine potentielle** » qui « quel que soit le moment où elle naîtra à la conscience, mérite en tant qu'élément du patrimoine humain le **respect** » [« Avis sur les problèmes éthiques nés des techniques de reproduction artificielle ». Paris 13 octobre 1984].

Le même avis autorise l'utilisation d'embryons et de fœtus morts n'ayant pas atteint le seuil de viabilité et confirme que ni l'embryon, ni le fœtus vivant in utero ne pouvaient en aucun cas être l'objet d'expérimentation in utero. [cf. fœtus : troisième mois de développement dans l'utérus].

La polémique a démarré à propos de prélèvements de

certains tissus en vue de greffes. Pour Patrick Vespieren, un fœtus, dès le début, porte en germe « une vie d'être humain » et cette « spécificité humaine » lui semble capitale. Pour Xavier Thévenot, Salésien, « l'être embryonnaire est à la fois semblable à une personne adulte et radicalement différent d'elle ».

Pour Olivier de Dinechin, Jésuite, le statut de l'embryon est « énigmatique » ; c'est un » être personnel en puissance »... Médecins et biologistes, dans le même esprit, rejoignent cette position proche du



William Harvey

courant protestant, par la théorie dite « des Seuils » : le développement de l'œuf humain depuis la conception est un processus continu et régulier (avec complexification croissante).

Toutes ces positions vont dans le sens de la formule du Comité consultatif national d'éthique : « Personne humaine potentielle », **dont la vulnérabilité commande le respect**.

Quelles conséquences pour les Cellules Souches ?

Dans la conclusion de son ouvrage, Nicole Le Douarin nous rappelle que les objections d'ordre éthique ont incité les chercheurs à découvrir des voies alternatives aux cellules souches embryonnaires (ES), en s'appuyant notamment sur les potentialités des cellules souches adultes : tous nos tissus en contiennent, même si cette réserve est ténue : « Pour être opérationnelle, elle doit être mobilisée et simplifiée par des méthodes de culture appropriées »... D'où, également, la nécessité, commune à toutes les cellules souches, d'une connaissance plus approfondie de ce qui les caractérise au plan moléculaire et génétique. Nicole Le Douarin évoque un espoir plus récent : celui de transformer les cellules déjà différenciées en cellules dotées des qualités des cellules souches.

CONCLUSION DE CE CHAPITRE

La science, dans son développement et ses applications, n'est pas porteuse de sens. Elle n'atteint pas l'être profond de la personne humaine, unique, insubstituable, quelle que soit sa vulnérabilité et les limites de son autonomie. Connaître n'est jamais moralement neutre. Il existe une relation dialectique entre éthique et savoir : connaître implique par exemple de respecter l'interdit éthique du mensonge. En ce sens, la connaissance scientifique est nourrie par l'éthique. La science moderne a mis en évidence le caractère fondamental du principe d'incertitude (quantique) et d'incomplétude (Théorème de Gödel). La personne humaine ne se réduit pas à la somme de ses caractéristiques génétiques : « la personne est « visage » et le visage est le seul à traduire la transcendance » (Emmanuel Lévinas). Elle est relation ». « Qu'un « TU » murmure à notre oreille, et c'est la saccade qui lance les personnes : le moi s'éveille par la grâce du toi » (Gaston Bachelard, dans la Préface de la traduction française « Je et Tu » de l'ouvrage « Ich und Du » de Martin Buber. Aubier. 1992).

Enfin, la dignité humaine, valeur absolue au-dessus de toute valeur d'échange, nous rappelle Emmanuel Kant... Cette dignité n'est pas « biodégradable ».

La grandeur de la Science est d'élargir le champ de la réflexion éthique, une éthique qui est « assignation à responsabilité »... assignation dont devrait s'inspirer la prochaine Loi française de Bioéthique, tout en gardant « un immense respect pour ce qui nous dépasse » [O. De Dinechin]. Ce respect ne va pas sans tension. Mais une science, une technologie qui se transformeraient en fétichisme idéologique, suivant l'évolution que redoute Jürgen Habermas,



Alfred Wegener

renonceraient à leur puissance libératrice et tourneraient à l'instrumentalisation de la personne humaine et donc à l'effacement éthique. Il s'agit, comme dans tout débat complexe par sa nature et par la diversité des opinions en présence, de retrouver « une sagesse architectonique à hauteur d'homme », dans des Institutions aussi justes que possible (Paul Ricœur). La question éthique – celle des cellules souches – surgit toujours comme réponse à la perte d'évidence.

La « visée éthique » est le signe d'une liberté en train de se chercher. La décision en faveur de l'éthique est une décision en faveur du sens.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES (SUR LES CELLULES SOUCHES)

- « Les Cellules souches, porteuses d'immortalité » Nicole Le Douarin, 2008. Odile Jacob.
- « Science éthique et droit » avec Catherine Puigelier sous la direction de Nicole Le Douarin, 2007. Odile Jacob.
- « Biomédecine et devenir de la personne » sous la direction de Simone Novaes. Article « Echographie, Fœtus, Personne » par **Michel Fellous. 1991.** Collection Esprit/Seuil.
- « L'homme de la Bioéthique » Olivier de Dinechin avec Yves de Gentil-Baichis. 1999. Esculape.m Desclée de Brouwer.
- « Le Principe Responsabilité Essai pour une civilisation technologique » Hans Jonas. 1980. Insel Verlag.
- « La technique et la science comme idéologie » Jürgen Habermas. 1973. Denoël/Gonthier et Gallimard.
- « Morale fondamentale » **Xavier Thévenot.** Ed. Don Bosco. Desclée de Brouwer.

X – La Science, « élargissement » des domaines de l'Ethique

Ethique et Science

Depuis une vingtaine d'années, l'Ethique a pris une importance considérable, aussi bien dans la conscience des personnes que dans la réflexion des philosophes, théologiens, chercheurs de toutes disciplines: biologistes, généticiens, physiciens... et tout autant dans les préoccupations des responsables et des acteurs sociaux qui, par leur élection, leur fonction, exercent une influence marquante sur le sort de leur communauté d'appartenance et de la communauté humaine tout entière. Il s'agit, en fait, d'une irruption de la question éthique, succédant à une période plus ou moins longue d'effacement, ou au contraire, de possession tranquille des codes normatifs de l'action. (Réf. René Simon « Ethique de responsabilité » - CERF 1993).

Pourquoi une telle IRRUPTION ? Deux types de causes, semble-t-il :

- 1 Recul accentué de certaines idéologies naguère mobilisatrices d'énergie, et généralisation, dans les pays démocratiques et libres, de certaines formes d'individualismes.
- 2 Mutations dues principalement aux progrès fulgurants de la science et de la technologie, avec passage d'une soumission quasi fataliste aux « Lois de » à une Nature maîtrise la technoscientifique pleine de promesses (amélioration de la condition humaine : progrès de la médecine, de certaines conditions de vie ou de travail, etc...) et de risques (dont celui de détruire, d'une manière irréversible, les fragiles équilibres des communautés humaines, de la biosphère, de l'écosphère, et de leurs équilibres mutuels...).



Hippocrate de Cos

Sur le thème de l'Ethique et de la Science, il ne nous semble pas possible de faire l'impasse sur les philosophies fondatrices : elles nous rappellent la sémantique, tout en restant ouvertes à des réinterprétations et des réappropriations, à la faveur d'un potentiel de sens laissé inemployé, voire réprimé.

Le contact, à défaut de familiarité avec les grands maîtres d'œuvre : Socrate, Platon, Aristote, Epictète le stoïcien, Thomas d'Aquin, Descartes, Kant, Spinoza, Nietzsche... éveille encore chez le lecteur attentif l'émotion évoquée par H. Heine au sujet de Spinoza :

« A leur lecture, on est saisi du même sentiment qu'à l'aspect de la grande nature dans son vivant repos : une forêt de pensées, hautes comme le ciel, dont la cime ondoyante se couvre de fleurs, tandis qu'elles poussent dans la terre éternelle des racines inébranlables »...

Les scientifiques qui désirent aujourd'hui prolonger et approfondir la réflexion éthique pourront cheminer avec Vladimir Jankélévitch, Paul Ricœur, Max Weber, Dietrich Bonhoeffer, Jürgen Habermas, Hans Jonas, Jean Ladrière... Emmanuel Levinas (« Le philosophe de l'éthique, sans doute le seul moraliste de la pensée contemporaine » affirme Philippe Némo dans sa présentation de « Ethique et Infini »).

Nous retiendrons quelques pistes privilégiées. Elles nous semblent pouvoir éclairer certains débats contemporains : le drame d'Hiroshima, les ressources d'énergie, le respect de la vie, de l'environnement..., la protection contre les dérives éventuelles des technosciences... et, a contrario, l'examen de ce que la science et la technologie peuvent et doivent adopter comme objectifs prioritaires : pour le développement de la connaissance, de la formation des intelligences et du « progrès humain » dont rêvait Condorcet.

Le scientifique appellera volontiers – une fois de plus – Hannah Arendt – rejetant dans « les origines du totalitarisme » et « la condition de l'homme moderne », « à titre ultime », la substitution d'une philosophie purement contemplative de l'histoire à une philosophie politique.

Aristote

Mais nous devons d'abord rendre justice à Aristote, le premier qui ait défini le *Concept Philosophique d'Ethique* et tissé entre *Ethique et Politique* des liens qui garantissent leur spécificité respective.

Trois ouvrages d'Aristote traitent de l'éthique et marquent sa vraie naissance :

- Ethique à Nicomaque
- Ethique à Eudème
- Grande Morale

Deux concepts majeurs de l'éthique aristotélicienne apparaissent dans le premier ouvrage :

- 1 La délibération ou procès (« la vérité a besoin de se blesser à d'autres vérités », commente France Quéré)
- 2 Après la délibération « réfléchie », *le jugement* prudentiel en vue de l'action, une action qui vise le bien, le bonheur de la communauté.

... Et c'est ici que la *politique* ne vient pas compléter l'*éthique*, elle en est une composante intrinsèque.

Prolongeant la recherche inaugurée par Socrate et Platon, Aristote inaugure ainsi l'architecture d'une « Sagesse à hauteur d'homme », « Science architectonique » de l'activité humaine.



André-Marie Ampère

Là apparaît déjà la brûlante activité de la pensée d'Aristote, et ses conséquences pour tout scientifique : c'est au niveau de la délibération réfléchie que la science contribue à élargir le champ de l'éthique. Terminant la délibération, le jugement prudentiel mobilisera l'expérience, la connaissance des principes de l'agir, la fidélité éthique originaire, l'appréciation nuancée de la situation, et les conséquences de l'action.

L'Ethique contredit-elle la morale ? Deux éléments de réponse :

- Liberté, responsabilité, créativité, sont trois catégories éthiques fondamentales du sujet moral.
- La morale est une corde faite de trois brins : le principe qui éclaire la conscience, le calcul qui démêle les complexités du réel, la compassion qui se dévoue aux personnes (France Quéré).

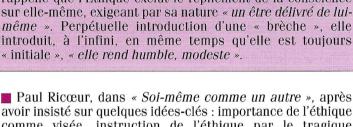
Cette éthique n'a rien à voir avec un relativisme plat ou de confort, ni avec les sondages d'opinion..

Toujours dans le sens d'une interaction et d'un enrichissement mutuel « Ethique-Science », nous proposons quelques brèves harmoniques – filiations et divergences –

extensions également et approfondissements de la pensée initiale d'Aristote :

- Pour Thomas d'Aquin, comme pour Aristote, « Le jugement est enraciné dans l'intelligence ». Pour l'un et l'autre, « La pensée peut n'être qu'un éclair entre deux longues nuits, mais c'est un éclair qui est tout » (Henri Poincaré).
- « L'Ethique nous arrime à la vie ordinaire »... « Un être qui ne pense pas est une âme malade » (Spinoza).
- De l'obligation de rendre son savoir accessible : « La pensée la plus sublime est sans substance, si elle est sans allocution » (Martin Buber).
- 📕 « Dès lors qu'autrui me regarde, j'en suis responsable »... « L'Ethique, assignation à responsabilité » (Emmanuel Levinas).
- « Ethique de conviction -Ethique de responsabilité » (Max Weber in : « Le savant et le politique »).
- « L'Ethique, lieu de structure de notre responsabilité, a une fonction formatrice » (Dietrich Boenhoëffer in « Ethique »).





comme visée, instruction de l'éthique par le tragique (« Antigone » de Sophocle)... nous propose une voie d'une remarquable pertinence (dans la perspective d'une interrogation sur « Ethique et Science ») : pour Paul Ricœur, le Récit introduit à une intelligence renouvelée du « Procès de délibération » introduit par Aristote. Il est, en tant que médiateur, le premier laboratoire du jugement moral.

C'est au niveau de la formation des convictions et de la délibération morale en situation que les Récits, précis, vérifiés sur le plan de leur réalité et de leur sens, en dehors de toute position passionnelle, apportent une contribution indispensable à la visée éthique, à la brèche de Jankélévitch. Nous avons présenté en IX deux contributions au « Récit éthique » : les nanotechnologies, les cellules souches.

Le scientifique, dans sa contribution au Récit, n'oubliera pas :



Les recommandations de clarté, de transparence, de liberté intellectuelle d'Hannah Arendt, y compris dans les documents à l'intention des politiques, quand les applications de la science sont concernées.

La nécessité de « blesser » sa pensée avec celle des autres, en particulier les spécialistes des disciplines situées aux frontières. L'interdisciplinarité élargit le champ de la réflexion, permet de faire face aux « lacunarités » évoquées par

Jankélévitch, réduit le risque de fermeture sur soi et offre une chance de fécondation réciproque.

- Le danger d'une science qui ignore ses limites et considère les connaissances acquises comme totalisantes de l'expérience humaine. Si les sciences de la nature contribuent à « élargir le champ de l'éthique », elles ne définissent pas pour autant le sens de la vie ni les conditions du bonheur.
- Le risque induit par l'absence totale de repères éthiques lorsque les applications de la science portent atteinte à la dignité humaine, valeur des valeurs, supérieure à toute richesse.
- Mais, dans le même temps, le scientifique gardera en mémoire la noblesse éminente de la tâche de conquête du savoir, ses exigences d'attention, de rigueur, d'humilité, de patience, de mesure et de passion, d'esprit de synthèse et de capacité de théorisation – le plus souvent au sein d'une équipe aux talents complémentaires.
- ... Sachant qu'au cœur même de ses limites, la recherche scientifique contribue jour après jour à l'écriture d'une « symphonie de l'univers », inachevée certes, mais d'une grandiose harmonie..., symphonie où se rejoint un regard profondément transformé sur le Cosmos.
- sur le Cerveau (et ses cellules souches, génératrices de neurones)
- sur le monde quantique (dont l'extraordinaire domaine des très basses températures aussi bien que celui des particules dites fondamentales)
- sur les splendeurs de la biologie moderne en « évolution créatice »...
- sur notre Terre enfin, et sa biodiversité qu'il nous faut protéger.

Et si la science ne fait pas le bonheur, elle a, sans aucun doute, malgré les drames et catastrophes que nous connaissons, contribué à réduire beaucoup de misères.

Tout cela demeure son honneur et le défi qu'elle affrontera sans jamais s'arrêter. Puissent les acteurs de la Science d'aujourd'hui et de demain, comme autrefois les pionniers de la Grèce antique, associer à la passion des progrès de la connaissance, l'amour de la Sagesse.

Crédit photos et remerciements : Isabelle Piat sur le travail de Louis Avan relatif à l'Europe de la Science. Le positionnement des clichés dans le texte est tantôt symbolique, tantôt aléatoire. La photo de l'auteur est de Martin Carolo.



LA LUMIÈRE QUI NOUS VIENT DES ETOILES

Conférence présentée à l'occasion des Journées de l'Astronomie, organisées par le CARA sur le site de Vulcania, les 24, 25, 26 et 27 septembre 2009.

Par FRANÇOIS BARBARIN Ancien Directeur de Recherche au CNRS, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand

S'il est possible d'écrire un livre sans utiliser la lettre e, difficile de parler des étoiles et de l'Univers sans parler de la Lumière. Les informations recueillies à partir de la Lumière et plus généralement du rayonnement émis par les étoiles sont considérables et essentielles à la compréhension de l'histoire de l'Univers dans lequel nous évoluons.

Le modèle du Big Bang nous enseigne que le tout jeune Univers est composé d'une soupe de particules, extrêmement dense, opaque au rayonnement. Puis l'Univers se refroidissant, les particules commencent à s'associer pour former les atomes élémentaires. La matière se découple du rayonnement. L'Univers devient transparent. Nous sommes en l'an 400.000 après le Big Bang.100 millions d'années plus tard, les premières étoiles commencent à se former. En un milliard d'années, les premières galaxies sont constituées et l'Univers prend une forme comparable à celle qu'il possède actuellement, 13 milliards d'années après le Big Bang.

Mais la Lumière, et plus généralement le rayonnement électromagnétique, est pour nous une affaire de tous les jours. Au lever nous regardons notre image grimacante dans le miroir en écoutant la Radio (basses fréquences), puis c'est le refroidi à cause d'un coup de téléphone (hyperfréquences), qui se réchauffe au micro-onde, ensuite vous rendez visite à votre Kiné qui vous réchauffe les vertèbres (rayonnement infrarouge). Pour vous remettre, vous prenez votre café à la terrasse d'un café et vous attrapez un bon coup de soleil (ultraviolet). Comme vous avez mal aux genoux, vous avez rendez-vous pour passer une radio (Rayons X) avant d'admirer un magnifique coucher d'un soleil rougeoyant de mille feux et avec un peu de chance le Rayon Vert (la lumière visible).

Qu'est-ce qu'une onde électromagnétique ?

Nous sommes environnés par les ondes électromagnétiques, sans qu'elles soient visibles ni facilement détectables. Au cinéma, on ne voit pas le faisceau de lumière qui traverse la salle (s'il n'y a pas de poussière !!!), la lumière est *invisible !!!*

Mais faisons un petit détour et regardons, observons ce qu'est une onde sonore, une vibration, une vague à la surface de l'eau. Sous l'effet d'un pincement, une déformation de la corde d'un violoncelle va se propager le long de cette dernière avec une certaine vitesse. Cette déformation transporte de l'énergie, sans déplacement de matière, énergie qui va se dissiper petit à petit.

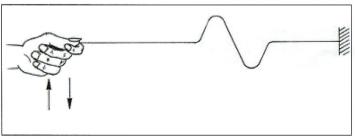


Figure 1

En revanche l'énergie apportée par l'archet va permettre d'entretenir cette vibration. Elle va induire des variations de pression de l'air ambiant et générer une onde sonore qui sera détectée par notre oreille. Jetons un caillou dans l'eau ; on peut observer *l'amplitude de l'onde* (entre un creux et un maximum), mesurer *la longueur d'onde* (chemin parcouru pendant une vibration par exemple entre deux maxima), et avec un chrono déterminer la vitesse de propagation de l'onde ; *la fréquence de l'onde* correspond au nombre de vibrations par seconde de l'onde. La vitesse de propagation d'une onde dépend du milieu dans lequel elle se propage. La vitesse du son est de 330 m/s dans l'air mais peut atteindre plusieurs milliers de m/s dans certains aciers.

La lumière est une onde électromagnétique, elle transporte une information électrique et magnétique (amplitude). C'est un champ électrique et un champ magnétique qui vibrent à une certaine fréquence et se propagent dans l'espace. Contrairement aux ondes sonores, elle se propage dans le vide. Sa vitesse de propagation est d'environ 300.000 km /s dans le vide. La théorie de la relativité nous dit qu'elle se propage à une vitesse limite que l'on ne peut dépasser. Comme les ondes sonores sa vitesse de propagation dépend du milieu dans lequel elle se propage, elle est de 2 à 3 fois plus faible dans les milieux transparents au rayonnement.

Notons que la première détermination de la vitesse de la lumière par Ole Römer est une méthode astronomique (observation de l'occultation d'un satellite de Jupiter en fonction de la position de la Terre autour du Soleil). Il détermine alors une vitesse de 212.000 km/s, valeur tout à fait remarquable compte tenu des imprécisions de la méthode et des incertitudes des distances connues à cette époque.

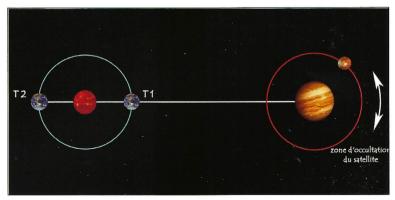


Figure 2 : détermination de la vitesse de la lumière

Suivant la position de la Terre par rapport au Soleil, Ole Römer observe une occultation du satellite de Jupiter décalé par rapport à l'instant prévu. Il en conclut que, la vitesse de la lumière étant supposée finie, elle met plus de temps à atteindre la Terre dans la position T2 (trajet augmenté de 300 millions de km) que dans la position T1.Un calcul simple permet de déterminer la vitesse de propagation de la lumière.

COMMENT UNE ONDE SE PROPAGE-T-ELLE?

Qu'elle soit sonore ou électromagnétique, une onde se propage suivant la loi du moindre temps. Pour aller d'un point A à un point B, c'est le temps de parcours et non pas forcément la distance qui est minimum. Examinons la figure 3.



Figure 3 : De l'art de prendre un raccourci

En supposant que les voitures roulent exactement à la vitesse indiquée, laquelle arrivera la première au point de rendez-vous? C'est celle qui aura pris le chemin le plus long qui mettra le moins de temps. En effet elle parcourt une plus grande distance à grande vitesse (90) alors que celle de gauche roule plus longtemps à 50. Un calcul simple permet de calculer les angles de déviation correspondants pour optimiser (en temps) le parcours. En remplaçant les routes par des rayons lumineux, les vitesses (90 et 50) par celle de la lumière, pour exemple, dans le vide (300.000 km/s) et dans le verre (200.000 km/s), c'est le trajet de droite que suivra la lumière pour aller du point de départ à celui d'arrivée (réfraction de la lumière à l'interface).

Lorsqu'une onde passe d'un milieu à un autre, sa vitesse de propagation varie, et donc, sa direction de propagation change également pour satisfaire le principe de moindre temps. C'est le phénomène de réfraction et de réflexion totale (lois de Descartes en optique), valable aussi bien pour les ondes sonores qu'électromagnétiques (lorsqu'on ferme une porte, le son est fortement atténué, non pas que l'onde soit absorbée par la porte, mais bien que la plus grande partie soit réfléchie totalement du fait de la grande différence de sa vitesse de propagation dans l'air et dans le bois (le fer)).

En astronomie, le scintillement des étoiles vient de la déviation aléatoire de la lumière par les couches atmosphériques. Les grands télescopes terrestres utilisent la technique de l'optique adaptative (technique très sophistiquée) pour compenser les déformations d'images dues à ces déviations aléatoires de la lumière par l'atmosphère.

On résout également le problème en construisant des télescopes spatiaux qui orbitent au-delà de l'atmosphère terrestre, les plus connus étant HUBBLE (lumière visible), SPITZER (infrarouge), CHANDRA (Rayons X) et COMPTON (rayons γ).

La lumière possède une vitesse de propagation finie, on voit donc toujours les objets dans le passé. Dans la vie courante, l'effet n'est pas perceptible (échec le la mesure de la vitesse de la lumière par Galilée). En revanche, la lumière émise par les étoiles, les galaxies, met plusieurs années, milliers, millions, milliards d'années à nous parvenir. A l'échelle de l'Univers, la lumière se propage plutôt lentement (il lui faut 100.000 ans pour traverser une galaxie de la taille de notre chère Voie Lactée). L'analyse de ce rayonnement est un formidable moyen de **voir** l'Univers à différentes époques de sa formation et d'en déduire des modèles pour son évolution.

LE RAYONNEMENT ÉLECTROMAGNÉTIQUE

La lumière visible (du rouge au bleu) occupe une toute dans le domaine du ravonnement électromagnétique, pour une longueur d'onde movenne de 0,55 μm. Dans les années 60 on pensait qu'il n'y avait pas d'intérêt, en astronomie, à explorer d'autres longueurs d'onde que le visible. Le spectre électromagnétique émis par les étoiles est extrêmement étendu depuis les ondes radio/hyperfréquence jusqu'aux Rayons X et y les plus énergétiques émis dans des réactions stellaires cataclysmiques. Depuis une vingtaine d'années, l'Univers est observé sur une grande étendue de longueurs d'onde. Les rayonnements U.V. et X nous renseignent sur les nuages de gaz et de poussières portés à des températures de plusieurs millions de degrés, sur les explosions d'étoiles. En revanche les télescopes fonctionnant dans l'Infrarouge percent les mystères des gaz froids, en particulier dans l'étude des galaxies spirales.

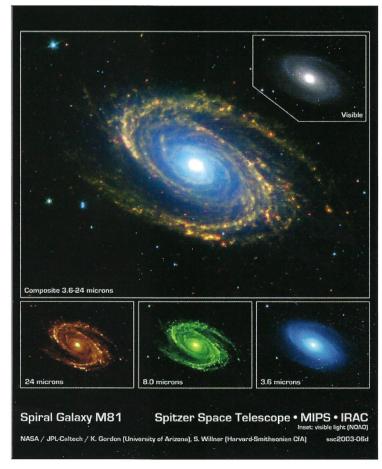


Figure 4 : rayonnement électromagnétique d'une galaxie spirale dans l'infrarouge (télescope spatial Spitzer).

Les étoiles rayonnent dans le visible, l'infrarouge proche et moyen met en évidence les nuages de poussières, l'infrarouge lointain voit à travers ces nuages et met en évidence des groupes d'étoiles invisibles en observation classique.

Analyse du rayonnement électromagnétique des étoiles

Si l'on excepte les lois de la gravitation qui régissent les mouvements dans l'Univers, l'analyse du rayonnement électromagnétique émis par les objets célestes reste le seul moyen fondamental d'investigation pour la compréhension des phénomènes astronomiques.

Si l'on observe la lumière émise par le Soleil, elle paraît blanche. Lorsqu'elle traverse un prisme, elle est décomposée en plusieurs longueurs d'onde, du rouge au bleu. La spectroscopie utilise ce principe pour décomposer la lumière (le rayonnement électromagnétique) en un très grand nombre de longueurs d'onde élémentaires à l'aide de réseaux (réseaux échelle très dispersifs mais peu lumineux, réseaux échelette ou réseaux blazés, moins dispersifs mais très lumineux) qui, en diffractant la lumière (visible ou non) dans des directions particulières, permettent d'identifier les raies émises par les gaz qui émettent cette lumière. Chaque atome, chaque état électronique d'un atome possède de manière unique un spectre de raies qui constitue une sorte d'empreinte digitale de l'entité. Les raies émises sont d'autant plus fines que le gaz chaud qui les émet est dilué. En revanche un gaz chaud fortement concentré émettra un spectre de raies continu. De plus, un gaz froid peut absorber les longueurs d'onde qu'il émettrait s'il était chaud (lois de Kirchoff). La composition de nuages froids interstellaires et/ou intergalactiques peut ainsi être analysée.

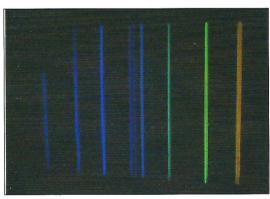


Figure 5 (a) spectre de raie d'un gaz dilué.



Figure 5 (b) : spectre continu de raies. Les traits noirs correspondent à des raies d'absorption

Une autre méthode d'investigation, extrêmement puissante, utilise **l'Effet Doppler**. Le principe est le suivant. Lorsqu'une source fixe émet une onde, qu'elle soit sonore ou électromagnétique, un observateur mesure une fréquence de l'onde identique dans toutes les directions. Si la source émettrice se déplace à une vitesse v par rapport à l'observateur, ce dernier perçoit une augmentation de la fréquence si la source se rapproche, une diminution si elle s'éloigne (sirène des pompiers, radars routiers, radars météorologiques ...).

Dans le domaine électromagnétique c'est ce que l'on appelle, plus ou moins improprement le *Red Shift* et le *Blue Shift*, on devrait plutôt parler de décalage vers les basses ou hautes fréquences puisque cette technique ne s'applique pas uniquement au domaine visible. Les applications sont très nombreuses et extrêmement puissantes. Le spectrographe HARPS monté sur un télescope à La Silla au Chili est actuellement l'instrument le plus performant dans ce domaine.

L'application historique de cette technique est la mise en évidence de l'expansion de l'Univers par Hubble au début du vingtième siècle, en montrant que la vitesse d'éloignement des galaxies était d'autant plus grande qu'elles étaient éloignées. L'analyse de la vitesse de rotation d'étoiles autour du cœur de la galaxie hôte a permis de modéliser la structure de ces galaxies et de mettre en particulier en évidence la présence des Trous Noirs, objets extrêmement massifs qui ne peuvent pas être observés directement. Plus près de nous, l'effet Doppler permet par exemple de mesurer la vitesse de déplacement de la Terre autour du Soleil ou bien les vitesses de rotation des différents anneaux autour de la planète Saturne.

Enfin, c'est une des méthodes les plus puissantes pour aller à la pêche d'exo-planètes. En effet la présence d'un astre massif autour d'une étoile induit des perturbations du mouvement de cette dernière (rotation autour du centre de masse du système) qui peuvent être détectées par Effet Doppler. Plus de 300 exo-planètes ont été détectées à ce jour par différentes techniques (effet doppler, méthode du transit, lentilles gravitationnelles).

CONCLUSION

L'Univers garde encore pour nous bien des mystères et pose de nombreuses interrogations. Seul 20% de la matière constituant l'Univers émet un rayonnement détectable. La présence de matière noire, nécessaire à la compréhension de la cohésion de la structure de l'Univers et de l'énergie noire qui accélérerait l'expansion de l'Univers fait partie des hypothèses actuelles de la modélisation de la structure de l'Univers. Dans cet Univers, l'Homme, au prix d'efforts gigantesques a tout juste atteint la Lune. La prochaine étape sera peut-être, avec un tout petit saut de puce supplémentaire, d'admirer un magnifique coucher de Soleil, comme le fait actuellement le robot Spirit sur notre plus proche voisine, la planète Mars.



Figure 6 : Coucher de Soleil sur la planète Mars.

LES MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES (2)

Un peu de géodésie



Par FRANCIS Aspord Membre de l'ADASTA, Retraité SNCF, Ingénieur Conseil

RÉSUMÉ:

Il existe une infinité de trajets joignant deux points à la surface de la Terre. Seuls quelques uns sont utilisés car ils sont optimaux au regard de différents critères. Cet article. réparti sur plusieurs numéros de la revue pour ne pas lasser l'attention du lecteur, a pour but de mieux connaître les trois principaux:

- le plus simple à suivre
- le plus court
- le plus rapide.

Préambule:

Il est souhaitable de relire la revue n°72 page 13 sur les coordonnées géographiques. Par contre, les coordonnées topographiques ne sont pas utilisées dans la suite de ce texte. Le calcul différentiel et intégral est indispensable au bon suivi de la présentation. Certaines techniques classiques de calcul numérique sont aussi utilisées. Internet (Wikipedia et autres sites) vous aidera à vous rafraîchir les idées.

Hypothèses simplificatrices

La Terre est une sphère sans relief. Pour s'y repérer il donc de deux coordonnées de surface. Traditionnellement ce sont des angles : la Latitude (Lat) et la Longitude (Lon), désignés aussi ci-dessous par les lettres y

LA PROJECTION GÉOGRAPHIQUE

Ce problème difficile consiste à trouver la meilleure façon de décrire la sphère terrestre sur une carte plane. La première idée qui vient à l'esprit, consiste à accrocher, sur un mur, une grande feuille de papier de 360cm de long sur 180cm de large et à reporter chaque point connu à raison de 1cm par degré de longitude en horizontal et 1cm par degré de latitude en vertical. La formule de correspondance, très simple, est donc :

- Longitude-terrain = Abscisse-carte-X : les méridiens sont alors représentés par des droites parallèles à l'axe des Y
- Latitude-terrain = Ordonnée-carte-Y : les parallèles sont représentés par des droites parallèles à l'axe des X

Au centre de la feuille tout va bien. Mais les bords gauche et droit représentent, en fait, le même méridien. Plus grave, en haut et en bas, les pôles, qui sont des points sur le terrain, s'étalent sur toute la longueur de la carte puisqu'ils ont une longitude de valeur indéterminée. Il faut se rendre à l'évidence, ce type de carte ne convient pas aux régions polaires, pour lesquelles une autre solution a été trouvée. Comme elles sont très difficiles d'accès, encore de nos jours, les cartographes se sont occupés, en priorité, du « monde habité », comprendre de l'équateur (Latitude 0°) au cercle polaire (Latitude 67°). La bonne solution ne viendra qu'en 1569 avec l'idée géniale de Mercator (1512-1594).

LE TRIANGLE GÉODÉSIQUE

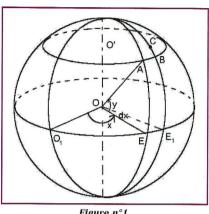


Figure n°1

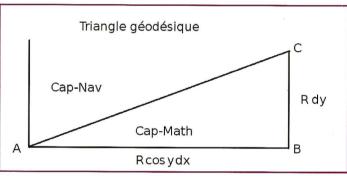


Figure n°1bis

La longitude est notée x, la latitude y. Une faible variation est notée dx ou dy (1).

Le triangle est formé du point de départ A(x ;y), puis, vers l'Est, du point B(x+dx ;y), puis, vers le Nord, du point

Le rayon de la Terre est noté R.

Rappelons que les savants de la Convention ont défini le mètre comme la quarante-millionième partie du méridien terrestre : $2\pi R = 40~000$ (km), ce qui donne R = 6366 km

Et le mille marin correspond à un arc de méridien de 1'. soit : 1 mille marin = $40 \cdot 000/360 \times 60 = 1.852 \text{ km}$

Le triangle géodésique est à la base de toutes les applications. En effet il permet de calculer les distances et les caps.

En mathématiques les angles sont en radians, les caps ont pour origine l'Est et tournent dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (dit sens trigonométrique). En navigation les angles sont en degrés, les caps ont pour origine le Nord et tournent dans le sens des aiguilles d'une montre. On passe facilement d'un système à l'autre par les formules suivantes (2):

- $180^{\circ} = \pi$ radians
- Cap-Nav = 90° Cap-Math.

Donc, dans notre triangle:

- AB = Rcos y dx car A et B sont sur un parallèle de rayon R cos y

- BC = Rdy car B et C sont sur un même méridien
- $-AC^2 = AB^2 + BC^2$ par le théorème de Pythagore
- tg(Cap-Math) = BC / AB par la trigonométrie.

LA LOXODROMIE

Du grec « course oblique », en anglais « rhumb line ». Le nom peut sembler compliqué mais c'est le trajet le plus simple à suivre et à calculer, d'où son succès. Sa définition est très simple : c'est la seule route à cap constant qui relie le départ à l'arrivée. Son usage s'est généralisé après la parution de la carte de Mercator. Appelons K = tg(Cap-Math) cette constante.

BC / AB = Rdy / Rcos y dx) = K.

On constate que le rayon de la Terre n'intervient pas dans cette formule qui s'écrit :

dy / cos y = Kdx

C'est l'équation différentielle de définition de la loxodromie. Il faut bien comprendre la signification de cette formule. Vous vous trouvez en un point courant (3) de longitude x et de latitude y sur cette courbe, vous avez choisi de suivre un cap, donc K = tg(Cap) est fixe et connu. Si vous bougez de dx en longitude, alors vous bougerez de dy en latitude suivant la relation indiquée ci-dessus. C'est cette forme différentielle qui a été utilisée dans la revue n°72 page 13. Pour passer des faibles variations dx, dy (1), à des variations importantes il faut mettre bout à bout ces petites différences jusqu'à parcourir toute la courbe. Pour cela il faut trouver une fonction, dite « primitive », dont la variation correspond à l'équation différentielle à résoudre.

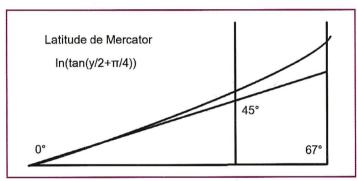


Figure n°2

De 0° à l'équateur, à 67° sur le cercle polaire, on constate que la « Latitude de Mercator » est supérieure à sa droite tangente à gauche, et ceci d'autant plus qu'on se rapproche du pôle. C'est net au-delà de la latitude 45° .

La primitive de dy / cos y est M(y) = ln(tg(y/2 + $\pi/4$)). Nous l'appellerons « Latitude de Mercator ».

La primitive de Kdx est Kx.

La formule appliquée entre départ et arrivée donne donc :

M(Lat-2) – M(Lat-1) = K (Lon-2 – Lon-1) ce qui donne la valeur de K donc du cap à suivre.

Mercator a utilisé cette formule pour trouver la méthode de projection la mieux adaptée à la loxodromie. En effet, au lieu de projeter comme indiqué ci-dessus, il décide d'utiliser la formule suivante :

- Longitude-terrain = Abscisse-carte-X

Latitude-de-Mercator-terrain = Ordonnée-carte-Y

Y devient ainsi proportionnel à X, ce qui signifie en français que...sur la carte de Mercator, les loxodromies sont...des droites. Donc finis les calculs. Il suffit de repérer le point de départ et le point d'arrivée et de tracer la droite qui les relie avec une règle. L'angle de cette droite avec le Nord donne le cap navigation en lecture directe. Ce n'est pas bien précis ? Mais personne ne traverse l'Atlantique sans faire le point régulièrement. Avec les erreurs de timonerie, la déclinaison magnétique et les courants marins il faut se recaler tous les jours et recalculer donc une nouvelle

loxodromie à partir du point courant (3). Donc, muni d'une carte en projection de Mercator, plus aucun calcul. Toutes les cartes marines sont de ce type.

Mais qu'ouis-je ? Vous réclamez des calculs ? Que votre souhait soit exaucé !

Vu l'importance de la loxodromie en navigation, une application numérique va permettre d'en suivre le cheminement complet.

Relions New-York (Lon-1=74°01'W;Lat-1=40°40'N) au Havre (Lon-2=00°07'E ;Lat-2=49°29'N).

- $-\text{Lon-2} \text{Lon-1} = 00^{\circ}07' + 74^{\circ}01' = 1,2939 \text{rad}$
- Lat-1 = 0.7098rad donc M1 = 0.7782
- Lat-2 = 0.8636rad donc M2 = 0.9967
- K = tg(Cap-Math) = (M2-M1) / 1,294 = 0,1689 donc Cap-Math = 0,1673rad = 9,5877° et Cap-Nav = 80,4123° arrondi à 080. Pour bien distinguer Cap, <math>sin(Cap), tg(Cap) j'ai affiché 4 chiffres après la virgule.

Reste à calculer la longueur du trajet. Dans le triangle géodésique $\sin(\text{Cap}) = \text{BC} / \text{AC}$ donc $\text{AC} = \text{BC} / \sin(\text{Cap})$. En sommant on obtient :

Longueur = (Lat-2 - Lat-1) / sin(Cap-Math) = 0.1539 / 0.1666 = 0.9239 R = 5.882km.

L'ORTHODROMIE

Du grec « course droite ». En quoi cette course est-elle droite, vu qu'elle est courbe ? La réponse a été donnée par Gauss (1777-1855) qui a étudié la courbure des surfaces et des lignes tracées dessus. Le résultat est le suivant : Pour une orthodromie, encore appelée géodésique de la surface, le plan osculateur (4) de la trajectoire est orthogonal (5) au plan tangent (6) à la surface, en tout point. Voilà d'où vient le préfixe « ortho ». Gauss en a déduit (il était assez fortiche le « prince des mathématiciens ») que l'orthodromie est aussi le trajet le plus court entre départ et arrivée. C'est à partir de cette propriété que nous allons la déterminer.

Son calcul est, en général, plus difficile que celui de la loxodromie, sauf...sur la sphère. En effet la sphère a la particularité d'avoir une courbure constante dans toutes les directions, ce qui entraîne que l'orthodromie est l'arc de grand cercle qui relie les points de départ et d'arrivée. Une fois ce résultat admis les calculs sont simples, grâce au calcul vectoriel en dimension 3. En voici le déroulé :

Pour le point de départ et d'arrivée, passer des coordonnées géographiques (Lat, Lon) aux coordonnées cartésiennes (x ;y ;z), seul système dans lequel le calcul vectoriel est simple.

Déterminer l'angle « point-de-départ / centre-de-la-Terre / point-d'arrivée » grâce au produit scalaire (7)

Multiplier cet angle en radians par R (rayon de la terre) pour obtenir la distance minimale.

Reprenons notre New-York / Le Havre:

Les coordonnées cartésiennes ont comme origine le centre de la Terre, l'axe Ox perce la Terre au point Lat=0°; Lon=0°, l'axe Oy perce au point Lat=0°; Lon=90°Est, l'axe Oz perce au pôle Nord. Il est commode de les exprimer sous forme de rapport au rayon de la terre, de façon que le vecteur correspondant soit unitaire.

Les formules de passage sont les suivantes :

- $-x/R = \cos(\text{Lat})\cos(\text{Lon})$
- $-y/R = \cos(Lat) \sin(Lon)$
- $-z/R = \sin(Lat)$.

Donc les coordonnées cartésiennes sont :

- Pour New-York V1 = (0.2089; -0.7292; 0.6517)
- Pour le Havre V2 = (0.6497; 0.0013; 0.7602)
- V1 et V2 étant unitaires, le produit scalaire V1,V2 = 0,6301 est égal au cosinus de l'angle entre ces deux vecteurs d'où un angle de 0,8891rad qui multiplié par R donne 5.661km, contre 5.882km pour la loxodromie, soit un écart

de 4%. C'est peu, mais suffisant pour être pris en compte par les compagnies maritimes et aériennes qui cherchent, tous azimuts, des économies de carburant.

Pour obtenir un point intermédiaire on fait la somme pondérée de V1 et V2 : V = (1-u)V1+uV2, u variant de 0 pour V1 à 1 pour V2. Si les extrémités de V1 et V2 sont bien à la surface de la Terre, celle du vecteur intermédiaire V est sous Terre. Il faut donc le rallonger pour le ramener à la surface. Il reste ensuite à transformer les coordonnées cartésiennes de V en coordonnées géographiques et le tour est joué. Les formules de passage sont les suivantes :

- tg(Lon) = y/x
- $-\sin(\text{Lat}) = z$

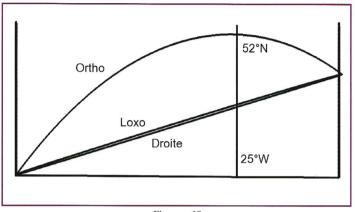


Figure n°3

Dans la figure n°3 X=Lon ;Y=Lat, donc ce n'est pas une carte de Mercator. La preuve c'est que la loxodromie diffère (légèrement) d'une droite. Par contre l'orthodromie est fortement courbe. Elle passe par un maximum pour Lon = -0,4447 Lat = 0,9142 soit environ 25°W ;52°N : c'est le « vertex ». Ce trajet est à l'origine du drame du Titanic, qui

voulait gagner le « ruban bleu » à sa première traversée, et donc suivait une orthodromie. Cela l'a fait passer nettement plus au Nord que la loxodromie et, cette année-là, les icebergs sont descendus...nettement plus au Sud que d'habitude. Autre exemple d'orthodromie : Paris / Tokyo passe près du pôle Nord, via Anchorage alors que la carte de Mercator nous incite à survoler l'Europe, le Moyen-Orient, l'Inde et la Chine.

Pour des distances inférieures à 1000km, il n'y a pas de différence sensible entre ces deux courbes. Vous pouvez donc relier New-York au Havre en suivant, successivement, 6 loxodromies bien positionnées. C'est ce qu'on fait avec un « point » toutes les 24 heures. Avec un GPS et un pilote automatique on peut créer des centaines de points intermédiaires. On suit alors vraiment une orthodromie.

CONCLUSION

Puisque l'orthodromie est toujours le chemin le plus court, pourquoi diable ne pas la suivre systématiquement ? Parce que changer constamment de cap n'est, tout simplement, pas réalisable par un pilote humain. Avant le GPS et le pilote automatique, il a donc fallu se rabattre sur la loxodromie et son cap boussole. Rappelez-vous l'expression des marins, passée dans le langage courant : tiens bon le cap! Vous suivez alors une loxodromie monsieur Jourdain.

Cette présentation de l'orthodromie de la sphère, en admettant que c'est un grand cercle, est classique, facile à calculer, mais masque complètement la difficulté et donc l'intérêt du problème. Je vous propose donc, dans le prochain numéro, de suivre les pas d'Euler (1707-1783) qui en a donné la solution générale.

En attendant, laissons reposer nos « petites cellules grises » (dixit Hercule Poirot), car nous en aurons grand besoin pour suivre l'ami Léonhard (pour les intimes).

(1)En mathématiques, une faible variation n'a qu'un seul destin...tendre vers zéro. En calcul numérique, une faible variation n'a qu'un seul destin...se diviser par 2 jusqu'à ce que deux résultats successifs soient égaux...à la précision désirée.

(2)Le système sexagésimal des marins est un héritage des astronomes babyloniens. Le système trigonométrique est plus récent, il nous a été légué par les grands mathématiciens du siècle des lumières, de façon que, pour un angle faible x en radians, on ait sinx = tgx = x. Pourquoi diable les horloges tournent-elles « dans le sens des aiguilles d'une montre » ? Parce que les premières horloges mécaniques sont bien postérieures aux babyloniens. Ce sont donc eux qui ont fixé le sens de rotation primitif, qui figure toujours sur les compas de marine. Pourquoi le sens « trigonométrique » est-il inversé ? Parce que les planètes tournent dans ce sens, vu du pôle Nord du Soleil, ainsi que sur elles-mêmes. Ce choix est donc postérieur à Copernic. Que signifiera « sens des aiguilles d'une montre » pour les générations futures, dotées, uniquement, de montres digitales ? Plus rien. En définitive, ces deux systèmes semblent devoir cohabiter pour...!'éternité, car ils ont chacun leur logique et sont mondialement reconnus.

(3)Hormis le point de départ et le point d'arrivée, tous les autres points d'une courbe sont appelés « point courant », lorsqu'il n'y a pas de raison de les particulariser. Sinon, on se trouve sur un « point particulier » de la courbe. Exemple : le vertex d'une orthodromie, point intermédiaire de latitude maximale.

(4)Le plan osculateur d'une courbe, en un point courant, est le plan qui contient cette courbe, au voisinage de ce point courant. Pour déterminer un plan, il faut trois points. Ce sont donc : le point courant et ses deux voisins, un pas en arrière et un pas en avant, le long de la courbe.

(5) Deux plans sont « orthogonaux » (origine grecque) s'ils sont « perpendiculaires » (origine latine).

(6)Le plan tangent à une surface, en un point courant, est le plan contenant les trois points suivants : point courant (x,y) point à l'Est (x+dx,y) point au Nord (x,y+dy). Sur Terre çà s'appelle le plan horizontal ou « horizon », donné par le niveau à bulle. La droite perpendiculaire à ce plan tangent s'appelle la « normale » à la surface. Sur Terre çà s'appelle la « verticale », donnée par la direction du fil à plomb.

(7)Le produit scalaire de deux vecteurs $V1 = (x_1^-, y_1^-, z_1^-)$ et $V2 = (x_2^-, y_2^-, z_2^-)$ est un nombre (d'où l'adjectif « produit scalaire » qui s'oppose à « produit vectoriel ») qui est le produit de la longueur de V1 par la longueur de V2 par le cosinus de l'angle entre V1 et V2. C'est le moyen le plus simple de calculer l'angle entre deux vecteurs. Ce nombre se calcule très simplement en coordonnées cartésiennes : $x_1x_2^- + y_1y_2^- + z_1z_2^-$. C'est un support très utile pour la pensée, car l'esprit humain a du mal à « voir » une figure dans l'espace à 3 dimensions. Nous ne raisonnons bien qu'en dimension 2, dans un plan. Si les vecteurs sont perpendiculaires le cosinus s'annule, donc leur produit scalaire aussi. Quant au calcul de la longueur d'un vecteur ? Très simple aussi : (Longueur V)² = produit-scalaire de V par $V = x^2 + y^2 + z^2$. C'est la généralisation, en dimension 3, du théorème de Pythagore. Vraiment pratique ce produit scalaire.

L'Effet Venturi



Par **R**OLAND FUSTIER Professeur retraité de physique chimie, ancien président académique de l'UdPPC, ancien formateur IUFM

En formule 1 le reporter prétend que la voiture qui suit celle de tête est aspirée par celle-ci. Certains spectateurs ne sont pas convaincus. Ils ont observé que les coureurs cyclistes forment des bordures face au vent et que le coureur de tête s'épuise.

Si l'effet Venturi était enseigné au lycée l'explication serait facile.

Des expériences avec une soufflerie et des balles de pingpong permettraient d'interpréter le phénomène.

EXPÉRIENCE 1 : la balle est maintenue en lévitation audessus de la soufflerie ou du séchoir à cheveux

L'élève de seconde voit une situation comparable au mobile autoporteur (coussin d'air). La balle serait soumise à deux forces verticales opposées (poids et force de sustentation).

Des enfants plus jeunes prétendent que la balle est emprisonnée dans une cage d'air.

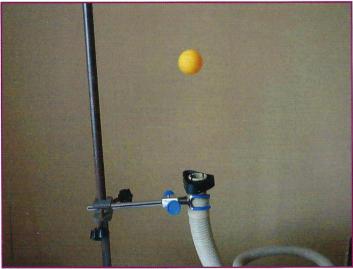


Photo 1

EXPÉRIENCE 3 : Deux feuilles de papier parallèles entre lesquelles on souffle se rapprochent au lieu de s'écarter.

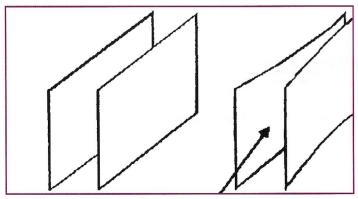


Schéma 1

Expérience 2 : la balle reste en équilibre même lorsqu'on incline le jet d'air

C'est plutôt une dépression au-dessus de la balle qui la maintiendrait en équilibre.

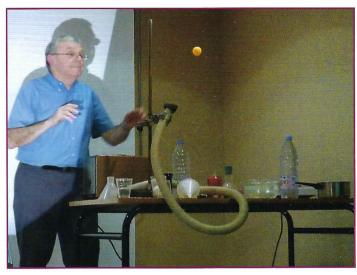


Photo 2

EXPÉRIENCE 4 : Lorsqu'on approche un tube au-dessus d'une balle en position verticale, celle-ci est projetée vers le haut

Le tube a pour effet d'augmenter la vitesse d'écoulement de l'air autour de la balle.

Il existe donc une relation entre la vitesse d'écoulement et la dépression.

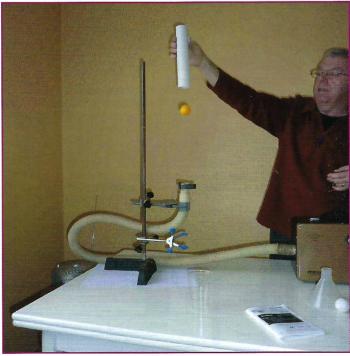


Photo 3

EXPÉRIENCE 5 : vérification avec le gobelet dont le fond a été découpé.

La balle reste dans le gobelet si l'on approche celui-ci partie étroite en bas.

La balle est éjectée vers le haut si on retourne le gobelet (voir expérience 4)

Pour que le débit soit le même des deux côtés du gobelet l'air doit circuler plus vite à travers la plus petite ouverture (Pression inversement proportionnelle au carré de la vitesse).

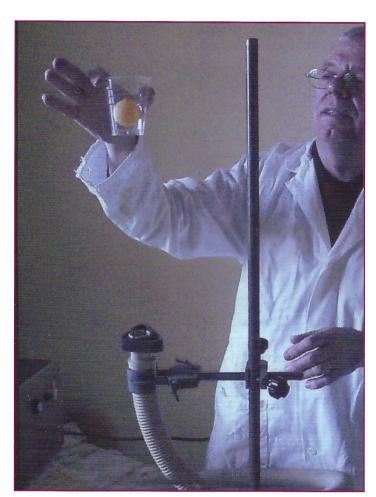


Photo 4

EXPÉRIENCE 6 : pour s'amuser maintenir en équilibre deux balles l'une au-dessus de l'autre en plaçant entre les deux le gobelet renversé.

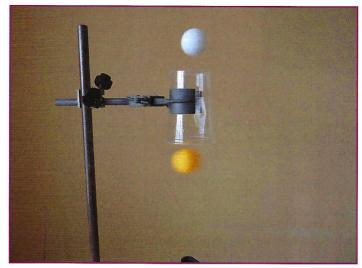


Photo 2

EXPÉRIENCE 7: Aspirer en soufflant

Nous pouvons maintenant supporter une expérience contre intuitive.

La balle peut être retenue dans l'entonnoir qui souffle de l'air !



Photo 6

L'effet venturi rappelle le nom d'un physicien italien Giovanni Batista Venturi (1769-1822).

Effet Venturi avec un fluide : La vitesse d'écoulement étant inversement proportionnelle à la section du tuyau, la pression sera plus faible vers l'étranglement.

P1

P2 < P1

P2 < P1

P2

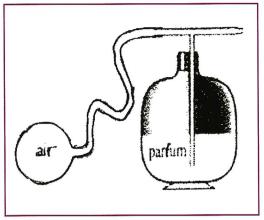
Schéma 2

Il s'agit d'un phénomène observé en dynamique des fluides. L'existence d'un rétrécissement sur le trajet d'un liquide ou d'un gaz entraîne une augmentation de sa vitesse et par suite une diminution de pression, voire une aspiration.

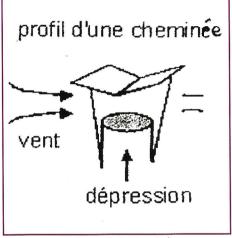
Bernoulli a modélisé le phénomène conséquence de la conservation de l'énergie

 ρ masse volumique de l'air $\rho v^2/2 + P = constante$ v vitesse

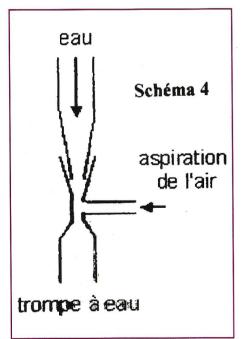
P pression



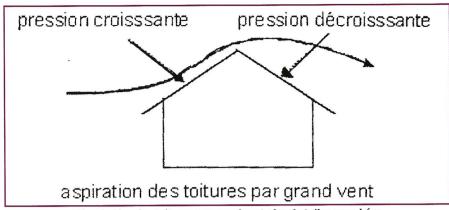
Le vaporisateur



Le tirage de la cheminée Le vent favorise le tirage de la fumée

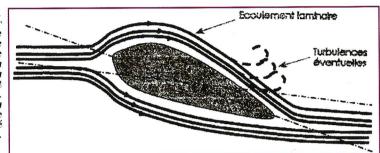


La trompe à eau

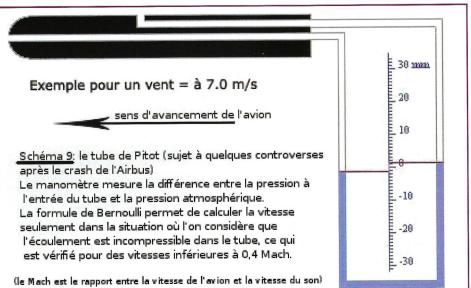


L'aspiration des toitures par grand vent plus de tuiles arrachées sur la pente soi-disant protégée du vent

L'aile d'avion.
L'air doit passer
plus vite sur le
dessus de l'aile
bombée
au-dessus qu'au
dessous plat ou
légèrement
concave.
La dépression
au-dessus fait que
l'avion est aspiré
vers le haut.

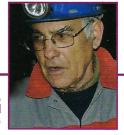






Les Souterrains de l'Hôtel-Dieu

ET LE MAAR DE CLERMONT-CHAMALIÈRES



Par JEAN-PIERRE COUTURIÉ, géologue, Maître de conférences honoraire à l'Université Blaise Pascal de Clermont-Ferrand Vice-président des Amis des CAves du Vleux Clermont (ACAVIC)

La partie ancienne de la ville de Clermont est bâtie sur une butte de tuf formé par les projections d'un volcanisme explosif de type hydro-magmatique (maar). C'est une roche stratifiée, à la fois tendre et de bonne tenue mécanique, dans laquelle il est très facile de creuser. De nombreuses caves, qui s'étagent sur quatre niveaux dans la partie la plus haute de la ville, ont été aménagées depuis des siècles. Elles permettaient de conserver au frais le vin et les fromages et bien d'autres choses encore, à l'abri de la lumière, de la dessiccation et des variations de température. Peu de villes ont un patrimoine souterrain aussi important.

LE MAAR DE CLERMONT/CHAMALIÈRES

Déjà pressenti en 1908 par Ph. Glangeaud, il a été découvert et délimité, entre 1960 et 1970, par les volcanologues clermontois grâce à l'interprétation des nombreux forages de reconnaissance réalisés pour la rénovation immobilière de la ville basse.

Il s'agit d'un vaste et profond cratère de 1,5 km de diamètre moyen, rempli de sédiments lacustres qui s'étend de la place de Jaude à la mairie de Chamalières. Ses contours sont festonnés en raison des éboulements et des glissements de panneaux marneux détachés des bordures. Un sondage de 87 m n'a pas atteint le fond de cet ancien lac qui se situe vraisemblablement entre 100 et 150 m. Plusieurs sources minérales ont existé sur la bordure orientale.

Ce cratère, vieux de 160 000 ans, est plus ancien que la Chaîne des Puys et antérieur à la glaciation de Wurms. Son âge a été obtenu par thermoluminescence sur quartz (D. Miallier 1982).

D'après les spécialistes, cette énorme excavation a dû être creusée en quelques jours, à la suite de plusieurs centaines d'explosions, dénombrées par la succession des couches de cendres. Elles étaient espacées d'une dizaine de minutes, temps nécessaire à l'eau pour traverser le dépôt de cendres et d'éboulis installé au fond du cratère et qui isolait momentanément le magma en ascension, de l'eau de la Tiretaine tombant en cascade. Il est aussi possible qu'une partie de cette eau, vaporisée de manière explosive, provienne de la nappe profonde située dans les sédiments détritiques, en dessous des marnes de Limagne, épaisses d'environ 800m à cet endroit.

Ce type de cratère, dont on connaît de nombreux exemples plus petits en Auvergne (Pavin, Gour de Tazenat, etc...), est normalement entouré par un bourrelet annulaire de projections provenant des retombées du panache de cendres et de blocs projetés verticalement à chaque explosion. La Tiretaine, au cours de ses divagations, en a déblayé la quasitotalité pour ne laisser subsister à l'est qu'un témoin formant la butte. Le tuf stratifié est formé de couches de cendres plus ou moins sombres selon les proportions d'éléments d'origine magmatique par rapport à ceux d'origine sédimentaire (marnes pulvérisées). Il contient des blocs de marne de couleur claire et des bombes basaltiques de couleur noire. (cf. photo du Puits Carré)

LES SOUTERRAINS DE L'HÔTEL-DIEU

Sous le bâtiment d'entrée de l'Hôtel-Dieu et la cour d'honneur, existe un dédale de galeries qui déborde du côté nord jusqu'au boulevard G. Clémenceau et aussi vers l'ouest en direction de la faculté dentaire. Ce réseau souterrain se développe sur un seul niveau, 15 m en dessous de la cour d'honneur. Il totalise près d'un kilomètre de galeries, dont 350 m sont facilement visitables. C'est le plus vaste ensemble souterrain de la ville.



Extrémité de la galerie nord avec chantiers et arcs de renfort



Galerie nord, tuyaux à raccords boulonnés, chantiers et déblais argileux entourant un pieu en béton

Les relations entre les différentes galeries et l'examen des archives montrent que le creusement s'est effectué en au moins trois périodes :

- Avant la construction de l'hôpital en 1773, le terrain était occupé par des cultures, des vergers ou des vignes. Des caves y ont été aménagées de manière assez anarchique, formant un réseau labyrinthique bien visible dans la moitié sud du plan.

- Au moment de la construction. deux grandes galeries ont été creusées au sud et au nord du bâtiment principal. Elles se rejoignaient vers l'ouest, en bas de l'ancien escalier d'accès. La voûte de ces larges galeries a été renforcée par des arcs en pierre de taille, espacés de 3 à 4 m. Dépourvus de piédroits, ils sont simplement ancrés dans les parois. Dans la galerie nord, deux courtes galeries latérales ont été aménagées de la même façon. La galerie sud se termine vers l'ouest par la salle dite du Bonnet Carré dont la structure évoque l'ancienne coiffure des ecclésiastiques et des médecins. Elle est en effet soutenue par quatre arcs disposés en croix, reposant, d'un côté sur un piédroit et de l'autre sur un pilier central.

Sur un ancien plan, non daté mais réalisé vraisemblablement au début du dix-neuvième siècle, figurent les deux grandes galeries, avec une importante erreur sur la direction de celle du nord. Elles recoupent l'ancien réseau laboritation de celle du nord.

labyrinthique, bien représenté et encore accessible en totalité à l'époque.

- Au milieu du dix-neuvième siècle, l'escalier de descente a été déplacé du côté des cuisines situées au sud de la cour d'honneur. Pour faciliter l'accès de la partie nord, deux galeries de direction nord-sud, passant résolument sous le bâtiment d'entrée, ont été creusées. Leurs déblais ont été utilisés pour remblayer les plus anciennes galeries qui n'apparaissent plus sur les plans suivants.

Pendant la dernière guerre, un deuxième escalier a été aménagé pour permettre la descente depuis l'extérieur quand les caves servaient d'abris contre les bombardements.



Galerie sud avec au fond la salle du Bonnet Carré.

Vers 1970 la construction d'un immeuble à l'angle ouest du boulevard G. Clémenceau a nécessité le remblayage d'une faible partie de la galerie nord qui, de plus, a été traversée par sept pieux de gros diamètre, en béton armé contenu dans un tubage métallique.

Le creusement des caves a été effectué avec des pics de mineurs. Les traces d'outils sont bien visibles et un pic brisé a été retrouvé dans les déblais. Dans certaines galeries, de petites niches, espacées d'un mètre, existent de chaque côté. Elles servaient à accrocher les lampes à huile des ouvriers qui les déplaçaient au fur et à mesure de l'avancée du front de taille.

Dans la longue galerie de direction nord-sud

Plusieurs puits assuraient la ventilation des caves, après avoir servi à l'extraction des déblais. Certains ont été obturés ou comblés. Un grand puits cylindrique, recouvert d'un grillage de protection, existe au pied du grand escalier de la cour d'honneur. Ce « puits de descente » permettait le passage des plus grosses barriques. Il assure aussi la ventilation, avec le puits de la cour d'honneur qui débouche 5 m plus haut. Entre les deux, s'établit un courant d'air spontané, ascendant en hiver et descendant en été, à cause de la température constante du sous-sol qui reste voisine de 12° C.

Les caves étaient principalement destinées à la conservation du vin. Dans les grandes galeries, les chantiers en pierre encore existants s'allongent sur une centaine de mètres. Ils pouvaient supporter plus de 60 tonneaux de 900 litres chacun. On pouvait ainsi disposer pour l'année d'une réserve de 540 hectolitres de vin, correspondant à une consommation journalière d'environ 150

litres. Cette quantité paraît insuffisante pour désaltérer les 500 malades que pouvait accueillir l'hôpital. compter sans le personnel, à une époque ou le vin était la seule boisson; aussi, approvisionnements complémentaires étaient-ils nécessaires en cours d'année.

Le vin était produit grande en partie par les vignes léguées à l'hôpital. En plusieurs endroits, la voûte est percée par de petits forages diamètre d'environ 10 cm. réalisés de bas en haut pour faciliter l'évacuation des

déblais. Ces forages ont probablement été creusés avec une tarière, sorte de lame triangulaire verticale de 10 cm de large fixée à l'extrémité d'une tige de 1 à 2 cm de diamètre, qui pouvait être rallongée. Un système de leviers devait permettre une poussée verticale vers le haut et une mise en rotation. La roche très friable s'émiettait et les déblais sableux n'avaient aucune peine à descendre dans l'espace libre autour de la tige. Cette explication est validée par les traces de rotation visibles dans les parois et par l'emplacement des forages, profonds de 10 à 15 m, tous parfaitement situés dans l'axe de la galerie. Ces « trous d'encavage », qui assuraient la communication avec d'anciens bâtiments en surface, permettaient de remplir directement les tonneaux avec des tuyaux, au début en cuir ou en métal et plus tard en toile caoutchoutée, et aussi d'envoyer l'eau nécessaire au lavage des barriques. Vers la fin du dixneuvième siècle, l'eau courante a été installée dans les caves avec des tuyaux en fer et en plomb. L'eau de lavage était évacuée par des puits perdus, dans les anciennes alluvions sableuses de la Tiretaine qui existent sous le tuf au dessus des marnes de Limagne. A ces alluvions sont associées de grosses boules de granite qui proviennent du plateau dominant la ville à l'ouest.



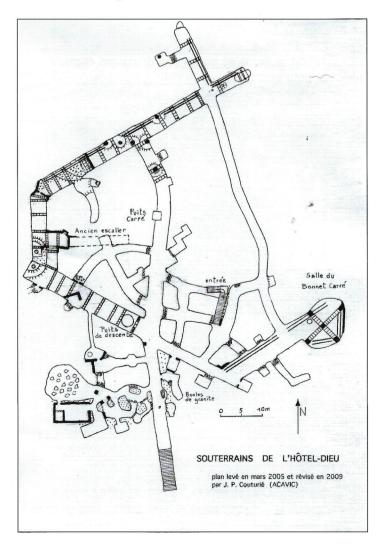
Tuf stratifié dans le puits carré



Salle du Bonnet Carré

L'électricité a été installée vers 1900, au début avec trois fils nus sur des isolateurs en porcelaine fixés sur les parois et, avant la guerre, avec des câbles fixés en voûte.

En raison de son grand intérêt sur le plan géologique, historique et architectural, ce vaste patrimoine souterrain mérite d'être intégralement conservé et ouvert à la visite.



BIBLIOGRAPHIE

ACAVIC (2001), « Les caves de la butte de Clermont : un monde à découvrir ». *Ouvrage collectif de 48 p. lauréat de la Bourse Jaude* ;

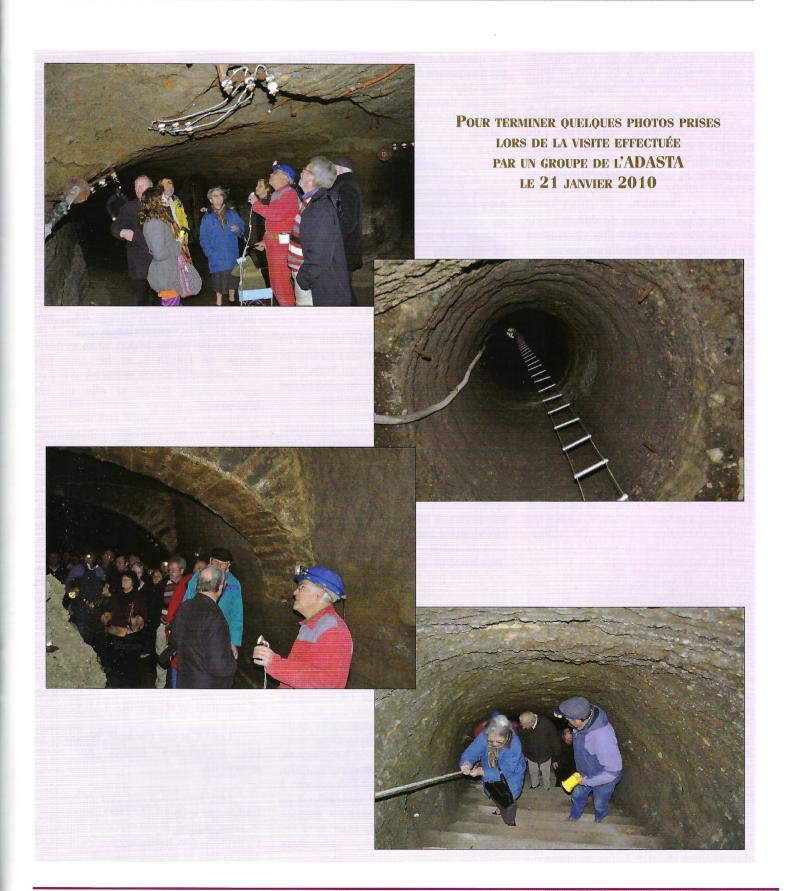
Belin J. et Belaigues B. (1995) - « L'Hôtel-Dieu de Clermont-Ferrand. Son histoire. Ses médecins ».

Couturié J.P. (2006), « Les souterrains de l'Hôtel-Dieu »., *Rev. Sc. Nat. Auvergne*, vol. 70, p. 67-73.

Couturié J.P. (2006 et 2007), Les sources minérales d'Auvergne et de Clermont. *Bulletin historique et scientifique de l'Auvergne*. T CVII p. 7-15 et CVIII p. 126.

Glangeaud Ph. (1924), « Le volcan de Clermont-Ferrand et le volcan fossile de Crouelle ». Extrait du *livre Jubilaire* publié à l'occasion du cinquantenaire de la fondation de la *Société Géologique de Belgique*. Liège

D. Miallier, J.Fain,S. Sanzelle, 1983, Dating of the Butte of Clermont basaltic maar by the quartz inclusions methodPACT (Revue du groupe européen d'études pour les techniques physiques, chimiques et mathématiques appliquées à l'archéologie), 9, p. 487-488.



LES VACCINS À L'ÈRE DES BIOTECHNOLOGIES



Par GEORGES ANTON Membre de l'ADASTA, Ingénieur chimiste E.N.S.C.T.

INTRODUCTION

Le Larousse donne la définition suivante du mot "vaccin" : substance d'origine microbienne, que l'on inocule à une personne ou à un animal pour l'immuniser contre une maladie.

Nous rappellerons tout d'abord quelques données succinctes de biologie : elles concernent le système immunitaire, le fonctionnement bactérien et la "manipulation" de l'ADN.

Elles permettront de mieux saisir le caractère complexe des vaccins et d'en comprendre le fonctionnement.

Au risque de décevoir le lecteur, aucune référence ou allusion ne sera faite quant aux vaccins récemment préconisés pour lutter contre la grippe saisonnière ou accidentelle type A(H1N1).

1 – Le système immunitaire : rappels fondamentaux

Pour maintenir son intégrité. l'organisme développe un ensemble de réactions protectrices qui constituent la réponse immunitaire. Ce rôle est principalement dévolu aux globules blancs ou leucocytes. Comme toutes les cellules sang (hématies, plaquettes...), ils naissent dans la moelle osseuse à partir de cellules souches qui les engendrent par différentiations successives. Présents dans la quasi-totalité de nos organes et tissus, les leucocytes ont reçu des dénominations diverses et adaptées. Certains d'entre eux deviennent matures - c'est-à-dire opérationnels - dans les organes lymphoïdes centraux : moelle thymus. Ce sont osseuse et respectivement:

- les **lymphocytes B** (B pour "bone")
- les **lymphocytes T** (T pour "thymus")

qui sont les acteurs fondamentaux de la réponse immunitaire.

On définit le **''soi''** comme l'ensemble des organes, tissus, cellules et molécules issus de la programmation

génétique du zygote (ou cellule-œuf résultant de la fusion de deux gamètes après la fécondation). Certaines molécules s'expriment sur les membranes cellulaires et constituent les marqueurs de l'identité biologique de l'individu.

Le **"non-soi"** est constitué par l'ensemble des molécules étrangères à l'organisme, c'est-à-dire non codées par son génome.

Le système immunitaire développe contre le non-soi des réactions ayant pour conséquence sa neutralisation puis sa destruction. Cette propriété à distinguer le non-soi du soi, est acquise lorsque les lymphocytes B et T expriment des récepteurs spécifiques, qui se présentent sous forme de (glyco)protéines enchâssées dans leurs membranes.

On appelle **antigène** tout intrus (molécule, virus ou bactérie) étrangère au soi. L'antigène déclenchera une réaction spécifique du système immunitaire en vue de l'éliminer.

Un **anticorps** ou immuno**globuline** est une glycoprotéine reconnaissant l'antigène, capable de le fixer, puis de provoquer sa destruction. Les anticorps font partie des récepteurs membranaires des lymphocytes B, auxquels s'ajoutent les anticorps circulants obtenus par expansion clonale des lymphocytes B. Les neutralisent lymphocytes T les antigènes par des procédés différents, mettant également en œuvre leurs récepteurs membranaires.

Le répertoire immunologique est constitué de l'ensemble des récepteurs B et T. La diversité de ce répertoire permet la reconnaissance de plusieurs centaines de millions d'antigènes différents.

La vaccination apparaît alors comme l'injection prophylactique dans le sang de virus, toxines ou bactéries de virulence atténuée (par dénaturation, chauffage, traitement par l'alcool, etc.) de façon à faire naître des anticorps susceptibles de complexer les germes ou substances virulents (que sont les antigènes), s'ils se présentent ultérieurement.

2 – QUELQUES ASPECTS DU FONCTIONNEMENT BACTÉRIEN

Les bactéries sont des unicellulaires sans noyau. La cellule bactérienne s'oppose – par ce caractère fondamental – aux cellules qui nous constituent et qui sont dans leur grande majorité des cellules à noyau. Les globules rouges sont une exception notable à cette règle.

L'ADN bactérien est donc libre dans le cytoplasme et doit être considéré comme formé d'un seul chromosome. On note également la présence fréquente mais systématique au sein de la bactérie, de un ou plusieurs plasmides. Ce sont de petites molécules d'ADN circulaire pouvant exister indépendamment du chromosome bactérien. Ils transmis à la descendance, portent un nombre de gènes réduit - en général moins de trente - et ne sont pas essentiels à la vie de la bactérie qui vit normalement même si elle en est dépourvue.

3 – Les recombinaisons génétiques

L'homme a acquis la capacité à manipuler des gènes presque à volonté. On donne le nom de technologie de l'ADN recombinant à tout ce savoirfaire qui permet d'isoler un gène particulier, ou des séquences de gènes, pour les introduire ensuite dans des ADN différents de l'ADN d'origine, ainsi que de savoir multiplier de façon considérable quelques infimes fragments d'ADN. Les techniques de base de la technologie de l'ADN recombinant ont pour nom séquençage, assemblage, amplification, localisation, et transfert de fragments d'ADN.

Les OGM par exemple, résultent de ces techniques issues du génie génétique.

Les vaccins n'ont pas échappé à toutes ces technologies modernes. D'où le titre donné à cet article montrant l'irruption des biotechnologies dans la conception et la réalisation de ceux-ci.

LES VACCINS : DÉFINITIONS ET PERSPECTIVES

1) Vaccins traditionnels

On fait la distinction entre :

- les vaccins vivants atténués, constitués de micro-organismes vivants ayant perdu leur pouvoir pathogène
- les vaccins inertes, constitués de micro-organismes tués - c'est-à-dire inactivés - ou de certains de leurs composants.



© Institut Pasteur 101399: Production et commercialisation des vaccins à l'usine Sanofi Pasteur (ancien site de Pasteur Production) du Val de Reuil. Travail en zone stérile

2) Vaccins recombinants

Alors que les vaccins précédents sont obtenus par des méthodes classiques – l'inactivation se fera par exemple en exposant l'agent pathogène à la chaleur ou à un produit chimique – les vaccins recombinants font appel aux technologies du génie génétique.

Des progrès considérables ont été réalisés ces dernières années quant à l'identification des antigènes de plusieurs agents infectieux. Ces travaux sont à l'origine d'un type de vaccin recombinant appelé vaccin sous-unité recombiné.

3) Obtention des vaccins recombinants. Leurs atouts

On doit identifier puis isoler le gène codant un antigène d'intérêt, c'est-à-dire celui qui est le plus à même d'induire une réponse immunitaire protectrice, puis à insérer ce gène dans un plasmide. Ce dernier introduit dans un système d'expression (bactérie, levure ou cellule animale) va jouer le rôle d'usine biologique pour la synthèse de l'antigène. Une fois purifié, l'antigène généralement associé à un adjuvant pour stimuler son pouvoir immunogène, sert de base au vaccin.

Des vaccins de ce type contre l'hépatite B sont déjà commercialisés depuis quelques années. Les approches sous-unitaires existent sur à peu près tous les vaccins en développement et concernent des maladies aussi variées que le paludisme, la grippe, le Sida. Il existe aujourd'hui des approches de ce type sur à peu près tous les vaccins en cours d'étude.

Les avantages de ces vaccins sont en effet assez nombreux. On indiquera :

- leur mode de production est plus simple que pour les vaccins classiques

- en ciblant uniquement les antigènes d'intérêt, c'est leur grande innocuité qui est mise en avant puisqu'à aucun moment l'agent pathogène n'est utilisé pour leur fabrication. On évite ainsi d'éventuelles réactions secondaires liées à d'autres composants du micro-organisme

- cette technique apparaît intéressante pour les agents pathogènes qu'il est impossible, ou simplement difficile et coûteux, de cultiver en laboratoire

4) Perspectives nouvelles

Dans la panoplie des vaccins faisant appel aux biotechnologies, on citera – outre les recombinants – :

4-1 Les vaccins vivants recombinants

Ce sont des vaccins mixtes constitués de virus ou bactéries atténués (ayant donc déjà par euxmêmes un pouvoir immunogène) dans le génome desquels aura été introduit par génie génétique un ou plusieurs gènes étrangers codant pour des molécules antigéniques provenant d'un autre micro-organisme.

On peut vacciner ainsi simultanément contre 2 agents pathogènes. Un vaccin VIH-rougeole, constitué d'un virus de la rougeole atténué dans lequel des gènes du VIH ont été insérés, a ainsi été élaboré à Pasteur. Ce choix rougeole/VIH – est la conséquence du fait que les virus de la rougeole et du Sida (VIH) ont plusieurs propriétés en commun, en particulier le fait qu'ils infectent tous les deux certains types cellulaires identiques.

Pour l'heure, aucun vaccin de ce type n'est encore disponible sur le marché, même si de nombreux laboratoires travaillent sur ce genre d'approche en visant des pathologies diverses (fièvre jaune, dengue...)

4-2 Les vaccins à ADN nu

L'idée n'est plus d'administrer sous quelque forme que ce soit, des antigènes mais d'introduire directement dans certaines cellules de l'organisme le gène codant l'antigène vaccinal. Dans les années 1990, des scientifiques travaillant dans le domaine de la thérapie génique, constatent que l'injection dans le muscle d'une solution saline d'ADN plasmidique contenant certaines séquences codantes de protéines, permet l'expression de ces protéines. Ceci fut à l'origine d'un résultat surprenant, à savoir que cette injection induit une réponse immunitaire intense contre la protéine codée à partir du transgène.

L'ADN utilisé consiste en un plasmide bactérien qui une fois injecté, sera capté par les cellules de l'hôte (cellules musculaires si l'injection est intramusculaire) puis exprimé sous la forme native de l'antigène.

On notera cependant un certain nombre de difficultés rencontrées lors de la mise en œuvre de ces vaccins. Les seuls à être commercialisés aujourd'hui le sont dans le domaine vétérinaire. Un grand nombre d'essais cliniques sont actuellement en cours chez l'homme.

5) Vaccins et cancer

On ne peut raisonnablement parler d'un tel sujet – la vaccination anticancéreuse - qu'en saisissant bien la nature profonde de la cellule cancéreuse. Celle-ci. fruit dérèglement d'une cellule primitivement correcte ayant subi des altérations incapacité entraînant son s'autoréguler, se multiplie de facon incontrôlée. Mais elle est très particulière pour les raisons suivantes (entre autres):

- constituée par plus de 99% de 'soi', elle est grandement inerte vis-àvis du système immunitaire qui reconnaît avant tout le 'non-soi'.
- les cellules tumorales sont organisées pour se protéger du système immunitaire et créent microenvironnement résistant à celui-ci. Ouand la tumeur se développe, elle organise ses propres défenses contre le système immunitaire, en sécrétant notamment des substances solubles empêchant le recrutement des lymphocytes ou les rendant inactifs. Une compréhension bonne de cet environnement serait évidemment déterminante pour développer quelque vaccination anticancéreuse efficace. Ce n'est malheureusement pas le cas aujourd'hui.

On notera deux concepts très différents qui sont :

- la vaccination préventive
- la vaccination thérapeutique

La première vise à protéger contre la survenue d'un évènement pathogène comme une maladie infectieuse. C'est celle dont on a parlé jusqu'à présent.

La seconde consiste à stimuler le système immunitaire, pour l'aider à combattre une infection déjà présente. Elle vise donc le patient déjà porteur d'un virus tel que le VIH, ou de cellules cancéreuses déjà détruites complètement ou partiellement - suite à traitement, mais dont on voudrait s'assurer qu'elles ne réapparaîtront pas dans quelques temps.

Les travaux en cours s'orientent principalement développement de ces vaccins dits "thérapeutiques", destinés fondamentalement à éviter la réapparition du cancer chez les personnes qui ont été malheureusement atteintes par cette maladie.

CONCLUSION: UN FUTUR PROMETTEUR

Longtemps considéré comme le pauvre de parent l'Industrie Pharmaceutique, le vaccin connaît depuis quelques années un surprenant retour en grâce. Ceci est certainement dû au fait que les opportunités offertes par les différents vaccins issus du génie génétique sont innombrables. Mais malgré leur formidable potentiel, les vaccins recombinants et génétiques n'ont pas pour vocation à remplacer les vaccins conventionnels.

Au-delà de ces nouvelles technologies, la vaccination du futur devra s'appuyer sur la recherche de nouveaux adjuvants et de nouveaux modes d'administration.

A l'heure actuelle, l'immense majorité des vaccins est administrée par injection intramusculaire. ce qui engendre une bonne immunité systémique mais pas ou peu d'immunité mugueuse. Or les mugueuses offrent une surface de contact d'environ 400 m² avec le milieu extérieur et constituent

donc la principale voie d'entrée des agents pathogènes. De nombreux laboratoires travaillent donc à la mise au point de vaccins ciblant ces tissus. Les recherches de ces dernières années ont en effet permis une meilleure connaissance du système immunitaire associé aux muqueuses. On rappellera que pour la grippe, c'est la voie intranasale qui est utilisée aux Etats-Unis.

On citera également la voie épidermique (application d'antigènes sur la peau via des patchs) et la voie intradermique qui semble prometteuse pour certains antigènes, notamment la grippe.

Toutes ces recherches devraient permettre, à terme, d'augmenter la couverture vaccinale et donc de faciliter l'accès aux vaccins, en particulier dans les pays en développement.

POUR EN SAVOIR PLUS

- Cours de Terminales Scientifiques - Sciences de la Vie et de la Terre

- Biofutur (Mensuel Européen de Biotechnologie : Janvier 2010)



ADASTA

Adhésions et Abonnements

Adhésions à titre individuel 30 €

Adhésions à titre collectif 80 €

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

Permanences - elles sont assurées par les bénévoles :

lundi de 14h à 18h, mercredi de 9h à 12h et de 14h à 18h, vendredi de 9h à 12h 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: www.adasta.fr

Dépôt légal Avril 2010 - N° ISSN - 1166-5904

ACTIVITÉS DES "JEUNES POUSSES"



par Claudie Bally-Rives, Responsable administrative des «Jeunes Pousses» de l'ADASTA, bénévole et membre actif

9 décembre 2009 Art et Science avec les artistes de Roy'Arts

Grâce aux conseils avisés de Nicole Gendraud et des artistes de l'association Roy'Arts, les Jeunes Pousses ont appris qu'avec l'argile de la région de Puisaye, il était possible de créer des œuvres originales.

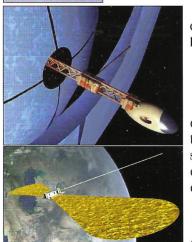
Après un séchage de 3 mois, ces œuvres vont subir une cuisson entre 950° et 1250 ° dans le four du potier et l'argile se transformera en grès.

Nicole Gendraud, Présidente de Roy'Arts, Marcel Aledo, Maire de Royat Pierrette Tourreix, responsable scientifique des Jeunes Pousses





Le radiomètre de Crookes est un petit moulin tournant sous l'action de la lumière dans une ampoule de verre dans laquelle il y a un vide partiel. Ses faces sont noires d'un coté, et métalliques réfléchissantes de l'autre. Lorsque l'on éclaire le radiomètre avec la lumière du soleil ou avec celle d'une lampe halogène à incandescence, il tourne tel un mouvement perpétuel. Le radiomètre est très sensible **au rayonnement infrarouge**, il est peu sensible **à la lumière visible et aux ultraviolets**.



La face noire absorbant mieux les infrarouges que la face réfléchissante, elle s'échauffe, ce qui provoque une très légère augmentation de la pression suffisante pour qu'elle repousse l'autre face.

LES VOILIERS SOLAIRES* : Comment ça marche?

Les scientifiques ont pensé utiliser la pression de radiation de la lumière, (phénomène différent du précédent) pour agir sur de gigantesques voiles métalliques très fines. Les photons (particules lumineuses) voyageant dans l'espace peuvent donner une impulsion suffisante pour le **déplacement de l'engin**. De nombreux tests sont d'ores et déjà effectués. Les chercheurs ont calculé qu'une toile de 800 m de côté pourrait acheminer en 500 jours une charge de 5 tonnes de la Terre vers Mars.

^{*} une équipe de l'Université de Provence travaille particulièrement sur la pression photonique et les voiliers solaires

Hélène Martin, Présidente de Puy Confit, Michel Pochet, ancien confiseur, Claudie Bally-Rives, responsable administrative des Jeunes Pousses, Une « Jeune Pousse ».





3 FÉVRIER 2010 LES CONFITURES

Hélène Martin, Présidente de Puy Confit, et Michel Pochet, ancien confiseur, ont consacré leur après midi pour initier les enfants à l'historique du fruit confit et à la fabrication de la confiture (procédé de conservation des fruits par le sucre).

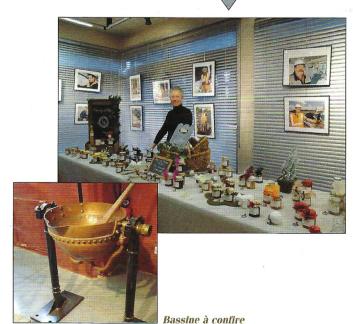
Ensuite, les enfants ont rejoint la centaine d'auditeurs à la Mairie de Royat pour écouter la conférence présentée par

Hélène Martin sur « le commerce international des confiseurs d'Auvergne ».

Hélène Martin avait installé une exposition de matériel d'époque ainsi que des photos de la très célèbre chocolaterie et confiserie de Royat : la Marquise de Sévigné. Tous les participants ont pu apprécier la confiture réalisée par les Jeunes Pousses et découvrir que la tradition n'est pas perdue puisque la boutique de Royat « Il était une fois La Riflette » propose une grande variété de confitures bio que l'on a eu grand plaisir à déguster.







Raite à reille conflits