

**dossier**

# La recherche fondamentale dans nos objets quotidiens



Chacun de nous vit entouré d'objets divers, plus ou moins utiles à notre vie quotidienne. Notre société de consommation invente chaque jour de nouveaux produits, soit pour notre avenir, soit pour des raisons purement commerciales, plus souvent pour les deux. Mais derrière chacun de ces objets, se cachent des efforts de recherche appliquée ou fondamentale.

En portant un regard nouveau sur des objets simples comme un stylo à bille ou un réfrigérateur, nous y découvrons des années, voire des siècles, d'efforts de recherche.

Ce dossier vous fera découvrir où se cache la physique dans notre quotidien, quelles recherches fondamentales en sont à l'origine et quelle est cette science en permanente évolution qui marche sur deux jambes : la théorie et l'expérience.



Didier Verkindt - [verkindt@lapp.in2p3.fr](mailto:verkindt@lapp.in2p3.fr)

## Sommaire

### P.II

- La physique : une science donc des incertitudes et des réalisations concrètes...
- La recherche fondamentale produit un aspect vital de notre culture : la connaissance...
  - Le stylo à bille
  - Le réfrigérateur

### P.III

- Le téléphone portable

### P.IV

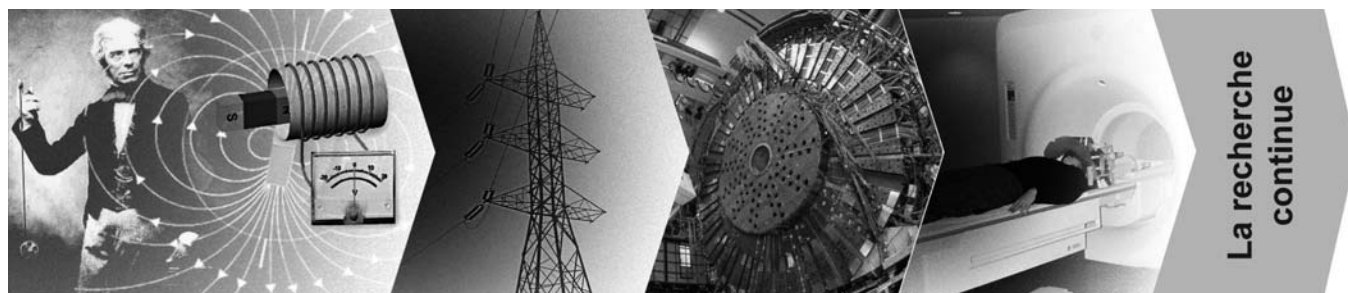
- La société façonnée par la recherche... hors de toute programmation
- La physique, une longue et patiente recherche à l'origine des technologies modernes...
- 7 décembre 2005... les Olympiades de la Physique en Haute-Savoie

## La physique : une science donc des incertitudes et des réalisations concrètes...

Même qualifiée de "science dure", la physique est un aspect de la culture humaine où le résultat infiniment précis et l'affirmation définitive n'existent pas ! Mais cette incertitude permanente n'empêche pas théories et résultats de faire fonctionner

des réalisations concrètes comme votre réfrigérateur, le moteur de l'autobus ou l'écran de votre ordinateur. L'esprit scientifique est avant tout l'art du doute offrant un oeil plus lucide sur le monde qui nous entoure. La Physique quant à elle, partout

présente dans notre vie quotidienne, est une œuvre toujours inachevée. Toutefois, y compris lorsqu'elle se cache derrière les objets que nous utilisons tous les jours, la Physique apparaît figée comme un ensemble de lois immuables, qui seraient celles de la nature et que nous aurions su découvrir, dominer et utiliser.



## La recherche fondamentale produit un aspect vital de notre culture : la connaissance...

C'est pourquoi recherche fondamentale et technologie s'enrichissent mutuellement.

La recherche fondamentale ne produit rien de concret, entend-on souvent dire. Elle ne fournit aucun bien matériel pour notre vie quotidienne, "seulement" une meilleure connaissance du monde dans lequel nous vivons. Injustement perçue comme improductive, la recherche fondamentale est pourtant à l'origine de la plupart des objets que nous utilisons aujourd'hui : comprendre l'électricité et les aimants a donné naissance à la radio, à la télévision, aux satellites... comprendre la matière, donc les atomes, a fait naître l'électronique, le laser, les plastiques, l'imagerie médicale, les ordinateurs, le web...

Par ailleurs, la recherche fondamentale a aussi des besoins qui font progresser la technologie : l'étude du génome a nécessité des développements en informatique ou en nanotechnologie, l'étude des matériaux a requis la maîtrise de l'ultravide ou la fabrication de sources de lumière, les accélérateurs et détecteurs de particules ont recours à différentes techniques de pointe dans les domaines du vide ou de la soudure, de la cryogénie, de la micro-électronique et de l'informatique (stockages de données

importants, calculs massifs et parallèles)... C'est une histoire sans fin où recherche fondamentale et technologie s'enrichissent mutuellement.

Examinons trois exemples afin de dévoiler (un peu) cette recherche fondamentale cachée dans nos objets quotidiens :

### Le stylo à bille

Quoi de plus simple et de plus banal aujourd'hui. Pourtant, quel homme du XVIII<sup>e</sup> ou du XIX<sup>e</sup> siècle ne rêverait-il pas d'avoir dans sa poche une plume d'oie étonnante, contenant de l'encre à volonté pendant plusieurs semaines ? Ce petit objet si utile doit beaucoup à Georg et Laslo Biro (1938), mais aussi à des travaux de recherche fondamentale parfois vieux de plusieurs siècles et qui n'avaient pas pour but la création d'un stylo à bille !

1 - Le plastique du corps du stylo (acétate de cellulose ou polypropylène), imperméable et résistant, est issu de la chimie des polymères donc de recherches fondamentales basée sur la mécanique quantique créée au début du XX<sup>e</sup> siècle.

2 - La bille, qui roule si bien, amène l'encre sans faillir et glisse sans accrocs sur le papier. C'est une petite merveille de mécanique qui doit beaucoup aux recherches faites sur

les roulements, les frottements solides et visqueux, la notion de mouillage d'un matériau par un liquide.

Elle est parfois en cuivre, en acier, plus souvent en carbure de tungstène ou en polymère.

3 - L'encre, qui mouille correctement la bille, qui reste des mois sans sécher dans le stylo mais sèche rapidement sur la feuille de papier et qui reste imprimée pendant des décennies sur nos cahiers, doit pour cela posséder des propriétés chimiques (tenue de la couleur, mixité du pigment) et des propriétés mécaniques (écoulement, étalement sur la bille) bien particulières. Tout cela découle de l'empirisme de nos ancêtres mais aussi de recherches appliquées, souvent alimentées par des recherches fondamentales comme celles de J. Bernoulli (1738) sur les écoulements des fluides ou celles des physiciens sur la matière et ses propriétés.

### Le réfrigérateur

En 1856, Harrison crée une des premières machines à réfrigérer la bière ! Edmond Carré invente en 1850 le réfrigérateur à eau et acide sulfurique. Depuis, le réfrigérateur est devenu un objet quotidien et la marque "frigidaire", depuis 1919, a même donné un nom à cette machine qui est désormais un meuble intégré à nos cuisines. Pourtant le réfrigérateur d'aujourd'hui est

un appareil moderne fonctionnant grâce aux recherches entreprises depuis plus de deux siècles, par des physiciens qui n'imaginaient pas que leurs travaux pourraient un jour être utilisés pour faire fonctionner une machine aussi immergée dans notre vie quotidienne.



*Frigidaire 1920*

1 - Le réfrigérateur utilise un circuit de refroidissement où circule un fluide échangeur de chaleur grâce à une pompe actionnée par un moteur électrique. L'écoulement de ce fluide est décrit par les équations issues des travaux de Bernoulli (1738), Navier, Stokes (1850)... L'échange de chaleur est décrit par les lois de la thermodynamique issues des travaux de Clausius, Carnot (1824), Gibbs (1871)... Le moteur électrique doit son existence à l'étude de l'électricité et du magnétisme par Oersted, Ampère (1820), Faraday (1821), Maxwell (1855), Hertz (1886)...



*Pompe pour réfrigérateur*

2 - L'habillage métallique est en acier zingué. Sa fabrication fait appel à la métallurgie. L'isolant thermique (polyuréthane) est issu de la chimie des polymères. Ces deux domaines s'alimentent en partie à la connaissance du monde atomique donc à celle de la mécanique quantique, née des

travaux de J.J. Thomson, E. Rutherford, M. Planck, A. Einstein, J. Balmer, N. Bohr, L. de Broglie, E. Schrödinger, M. Born, W. Pauli, P. Dirac, W. Heisenberg (1920)... elle-même issue des travaux sur les atomes entrepris depuis le XVIII<sup>e</sup> siècle (Lavoisier, Mendeleïev, Avogadro, Dalton, Perrin...).

3 - Enfin, le thermostat, qui permet de réguler la température dans le frigo, est composé d'un capteur de température basé sur un thermocouple ou sur la variation de la résistance électrique avec la température, puis d'une électronique issue de travaux utilisant la mécanique quantique.

### Le téléphone portable

Utilisé chaque jour aujourd'hui, il n'est pas un miracle sorti des usines de Nokia, Motorola ou Alcatel. Il ne s'est pas trouvé un jour un inventeur génial criant "eurêka" et inventant le téléphone portable. Cet instrument est le résultat d'une longue série d'inventions et de recherches utilisant elles-mêmes les découvertes faites par des physiciens depuis plus de deux siècles.



*Téléphone 2005*

1 - Par exemple, le signal électromagnétique qui permet de faire voyager votre voix d'un téléphone à l'autre peut être émis et réceptionné grâce à une technologie utilisant les découvertes sur l'induction électrique de monsieur Faraday (1821), les travaux de J.J.Thomson (1845), J.C Maxwell (1855), C.F. Hertz (1886), E. Marconi (1895) et bien d'autres.

2 - L'affichage à cristaux liquides est égale-

ment issu de recherches fondamentales menées à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle par des physiciens comme Lehmann (1877), puis Friedel (1922) afin de connaître de nouveaux états de la matière possédant des propriétés de polarisation de la lumière. Nos connaissances sur la polarisation de la lumière doivent beaucoup à Fresnel (1810) ou Biot et Savart (1850).

3 - Le boîtier plastique du téléphone (en ABS ou Acrylonitrile Butadiène Styrène) est issu de la chimie des polymères. Ce domaine de la chimie est né de l'étude des liaisons chimiques donc des questions que se sont posées les physiciens du XIX<sup>e</sup> siècle sur la matière et qui ont abouti à la création de la mécanique quantique au XX<sup>e</sup> siècle.

4 - De même, la micro-électronique, les transistors (Bardeen 1948), les semi-conducteurs utilisés dans ce téléphone portable ont recours à des techniques de dopage contrôlé des semi-conducteurs donc à la technique du vide et à la technique de l'épitaxie (empilement de couches atomiques). Le contrôle du vide doit beaucoup aux travaux de Mariotte (1676), Gay-Lussac (1809) ou Boltzmann (1871) sur les notions de pression et de gaz parfaits. Le contrôle des couches atomiques est l'aboutissement de recherches menées sur la structure de la matière, ce qui nous ramène encore à la mécanique quantique. La gravure des circuits intégrés se fait par électrochimie ou faisceau d'électrons, techniques existant grâce aux recherches menées par Faraday, Coulomb, Lorentz et beaucoup d'autres... Les circuits intégrés eux-mêmes n'existeraient pas sans les travaux de mécanique quantique qui ont permis de décrire le comportement de cette matière "bizarre" qu'on appelle les semi-conducteurs.



*Semi-conducteur*

## La société façonnée par la recherche... hors de toute programmation

À la lumière des trois exemples précédents, nous pouvons déjà observer que deux domaines de recherche essentiels ont contribué à façonner notre monde moderne : l'étude des matériaux (donc la modélisation du monde atomique par la mécanique quantique) et l'étude de la

lumière (donc sa modélisation par les ondes électromagnétiques). Ces deux domaines ont fait l'objet de recherches intenses et ont abouti à de grandes découvertes parce que des scientifiques se posaient des questions et étaient simplement curieux de lever un peu plus le voile sur quelques mystères de la

nature. Il n'y eut aucune programmation de la recherche pour dire où chercher, ni de pilotage de la recherche vers telle ou telle technologie afin d'améliorer la compétitivité économique d'un pays. Et cette recherche fut internationale, malgré les sentiments nationaux du XIX<sup>e</sup> et du XX<sup>e</sup> siècle.

## La physique, une longue et patiente recherche à l'origine des technologies modernes...

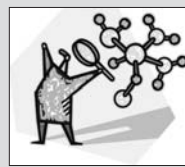
Ces trois exemples ne sont qu'un survol très peu détaillé des recherches qui ont permis la technologie et le confort d'aujourd'hui. Mais ils montrent que notre mode de vie n'est pas immuable et n'est pas un bienfait tombé du ciel. Il est étroitement lié aux efforts de recherche (fondamentale et appliquée) réalisés depuis que l'Homme ne se réfugie plus dans la simple adoration mais cherche plutôt à comprendre la nature. La recherche scientifique est une longue quête, une longue série d'erreurs et de découvertes ou chaque avancée nouvelle s'appuie sur les travaux des générations passées.

La mécanique quantique et la chimie moderne qui en découle n'auraient sans doute pas vu le jour sans les recherches en physique (mécanique, électricité, optique...) faites dans les siècles précédents. Tenter de percevoir la physique cachée dans nos objets quotidiens est une

remontée du temps sans fin, qui nous montre que le confort d'aujourd'hui vient de la curiosité, de l'ingéniosité et du travail

de toutes les générations qui se sont intéressées à la nature (et à l'amélioration des conditions de vie des Hommes). Connaître et conserver ce lien est essentiel ; l'apprentissage d'une technologie ne peut se faire sans apprendre la physique qui en est à l'origine.

### Recherche Fondamentale et Recherche Appliquée



Les découvertes de l'une et les avancées de l'autre sont souvent intimement mêlées et les deux aboutissent à des notions de savoir-faire et d'enrichissement culturel de la société.

- La motivation de la recherche fondamentale est de comprendre la nature, par une démarche de prospective et d'essais où même un résultat négatif peut aboutir à une découverte majeure.
- La motivation de la recherche appliquée est d'amener les découvertes scientifiques vers une application technologique utilisable par ou pour le plus grand nombre.

Sans la recherche appliquée, la recherche fondamentale est d'une part asphyxiée, car les expériences ne bénéficient plus des avancées technologiques, d'autre part isolée car elle ne concrétise pas ses découvertes au sein de la société par des avantages matériels offerts aux citoyens.

Sans la recherche fondamentale, la recherche appliquée ne procède que par empirisme. Elle est sans moteur, sans cohérence, sans réflexion sur elle-même, sans curiosité pour des changements profonds. Elle ne s'investit alors que dans des améliorations purement commerciales.

On ne peut quasiment jamais prédire les applications qui découleront de la recherche fondamentale, mais une chose est sûre : elle est aujourd'hui comme l'électricité... si elle disparaît, notre société disparaît.

## 7 décembre 2005... les Olympiades de la Physique en Haute-Savoie

Depuis 5 ans maintenant, Thésame s'est fortement impliqué dans les Olympiades de la Physique, concours "confidentiel" porté, à bout de bras, depuis 10 ans, par l'Union des Physiciens de France et des professeurs de lycée particulièrement motivés. L'objectif de cette manifestation est de permettre à des jeunes de première et terminale de mener à bien un projet scientifique associant théorie et pratique. Sur les dernières éditions, nous avons vu des projets fabuleux : création de soufflerie aérodynamique à

partir d'un "souffleur de feuilles" et compréhension du principe de fonctionnement des ailes d'avion, étude des bulles de savon et réalisation de bateaux propulsés grâce aux différences de tensions superficielles des liquides, écoute des émissions radio des météorites entrant dans l'atmosphère ou réalisation d'appareils photos numériques simplifiés. Cette année, pour clôturer l'année mondiale de la physique, le concours se déroulera toute la journée du 7 décembre au CCSTI de Cran-Gévrier (salle la Turbine). La "compétition"



Olympiades de la Physique 2005

amicale entre 6 équipes précèdera la finale nationale en Janvier.

**L'entrée est libre.**