Découverte de la Coopération internationale

dossier n°4

Sciences & Recherche

eduki FONDATION
Centre pour l'Education et la Sensibilisation à la Coopération Internationale

Introduction

Ce dossier va vous faire découvrir un domaine passionnant de la coopération internationale : la science.

La science est un domaine qui semble, à priori, terriblement éloigné de nous; lorsque l'on pense aux recherches sur les particules, aux images satellitaires ou aux expériences biochimiques, il nous est difficile de percevoir leurs impacts sur nos vies. Or, les applications scientifiques font complètement partie de notre quotidien. Ainsi, le Web que nous utilisons très fréquemment, la météo que nous écoutons chaque soir, les examens médicaux que nous passons parfois, sont tous issus de la recherche scientifique.

Aujourd'hui, la science nous concerne tous. Elle joue un rôle crucial dans différentes situations et pourrait même, à l'avenir, résoudre quelques uns des grands problèmes auxquels le monde est confronté.

Depuis une cinquantaine d'années, Genève assume un rôle moteur et pionnier dans le domaine scientifique. Accueillant quelques unes des plus grandes organisations internationales actives dans ce domaine, Genève est le lieu de découvertes fondamentales et de progrès considérables. Nous allons vous présenter quelques uns des ces aspects.

Nous vous souhaitons bonne lecture, à la découverte de la Genève internationale !

Utilisation du dossier

Le dossier est structuré de façon à être traité soit globalement soit par partie.

Au fil du texte, vous découvrirez :

- ➔ des explications de termes rencontrés au cours de la lecture ;
- ➔ divers éclairages sur des personnages historiques ;
- ➔ des illustrations concrètes sur les notions développées .

Table des matières

Origines 4
- Définition : qu'est ce que la science ? 4
- Comment est née la science ? 4

Quelques domaines clés 7
- La Chimie et la Biologie 7
  - La chimie au quotidien 8
    - La chimie verte 9
  - Les conventions internationales pour limiter les retombées néfastes de la chimie 10
  - Les armes toxicologiques : armes chimiques et biologiques 13
    - Les armes chimiques 13
    - Les armes biologiques 15
  - La biochimie médicale et le génie génétique 16
    - La recherche en génétique en Suisse et à Genève 19
- La Météorologie 20
  - Le travail de l'Organisation Météorologique Mondiale 22
    - La prévision/prévention des catastrophes naturelles 22
  - Après les catastrophes naturelles : le rôle de l'UNOSAT 24
  - L'utilisation des données météorologiques dans la lutte contre certains fléaux 26
    - La lutte antiacridienne 26
    - Les épidémies : le cas du paludisme 27
- La Physique 28
  - La physique classique 28
  - La physique quantique 29
  - La physique nucléaire 30
    - Einstein, Oppenheimer et la bombe nucléaire 30
    - L'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN) 31
    - Le CERN et la recherche actuelle sur les particules 32
  - Le CERN et la physique médicale : les examens TEP et la radiothérapie 33
    - L'imagerie médicale 33
    - La radiothérapie et l'hadronthérapie 34
- L'Informatique 35
  - Des premiers ordinateurs électroniques aux ordinateurs numériques modernes 35
  - Le World Wide Web, une invention du CERN 37
  - Le GRID, le web du futur 38

Le saviez-vous ? 40

Les scientifiques genevois 41

Quelques activités en lien avec la science à Genève 44

Sélection d'organisations 46
- Institut des Nations Unies pour la Formation et la Recherche (UNITAR) 47
- Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire (CERN) 48
- Organisation Météorologique Mondiale (OMM) 49
- Organisation des Nations Unies pour l'Imagerie Satellite (UNOSAT) 50

Quelques conventions 51

Références sur Internet 54

Sélection de revues scientifiques 57

Remerciements 58

Origines

Définition : qu'est-ce que la science ?

Le terme science vient du latin **scientia**, de scire, « savoir », et peut être défini comme « un ensemble de connaissances relatives à certaines catégories de faits, d'objets ou de phénomènes obéissant à des lois et vérifiés par des méthodes expérimentales. » Dans son sens le plus large, la science correspond à une connaissance systématisée, c'est à dire organisée en un ensemble cohérent, selon un ordre et une méthode déterminés. Dans un sens plus restreint, elle correspond à tout savoir considéré comme objectif et, par conséquent, vérifiable.

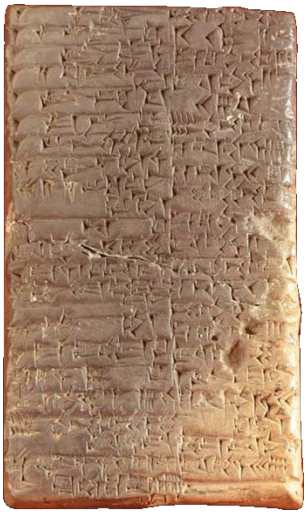
Il existe de très nombreuses **disciplines scientifiques**. Le philosophe et logicien américain Rudolf Carnap (1891-1970) a proposé un classement de ces disciplines en quatre catégories principales :

- Les **sciences naturelles** qui ont pour objet l'étude et l'observation de la nature. Elles rassemblent de nombreuses disciplines comme la biologie, la botanique, la génétique, la neuroscience ou la zoologie.
- Les **sciences expérimentales** comme la chimie, la physique et les sciences de la Terre (climatologie, géographie, minéralogie, etc.).
- Les **sciences sociales ou humaines** qui s'intéressent à l'origine et à l'évolution de la société humaine, aux institutions et aux rapports sociaux qui sont au fondement de la vie sociale. L'anthropologie, l'archéologie, la sociologie, l'histoire et la psychologie sont, par exemple, des sciences sociales.
- Les **sciences pures** qui n'ont pas d'application immédiate et concrète et qui s'appuient sur la déduction. En font notamment partie les mathématiques, la logique, la géométrie et l'analyse.

D'une façon générale, la science cherche à répondre au « pourquoi ? » et au « comment ? » des phénomènes : comment la matière se comporte-t-elle ? Comment se forme une tempête ? Pourquoi les oiseaux migrent-ils ?

Comment est née la science ?

Les plus anciens documents écrits d'investigations protoscientifiques viennent des cultures de la Mésopotamie : des données astronomiques, des substances chimiques et des symptômes de maladies étaient inscrits en **écriture cunéiforme** - mode d'écriture utilisant des traits en forme de clou - sur des tablettes d'argile. Les Babyloniens savaient également résoudre des équations de deuxième degré et avaient développé un système de mesure dont sont dérivées les unités modernes de mesure du temps et des angles. Des documents écrits sur **papyrus**, datés de la même époque, ont également été découverts dans la vallée du Nil. Ils contiennent notamment des informations sur le traitement des plaies et des maladies, et sur la distribution du pain et de la bière (témoignant ainsi de l'existence de méthodes de recensement.)



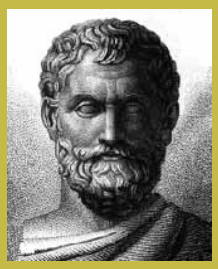
Tablette babylonienne en argile couverte de symboles mathématiques rédigés en écriture cunéiforme.

Ceci étant, les traits caractéristiques du savoir scientifique apparaissent véritablement en Grèce vers le Vème siècle av. J.-C. En effet, alors qu'en Égypte et en Mésopotamie la connaissance scientifique était principalement de nature pratique, les penseurs grecs s'interrogent pour la première fois sur **les causes et la nature même des phénomènes**.

Source image : http://math93.free.fr/pythagor.htm

Dans cette optique, le philosophe et mathématicien **Thalès de Milet** (VIème siècle av. J.-C.) marque le début de la pensée scientifique. En rompant avec les théories mythologiques – s'il y a du vent c'est parce qu'il existe un dieu des vents pensait-on alors – et en recherchant une explication rationnelle à la structure de l'univers, il met en lumière des lois et des éléments constants de la réalité changeante. Son disciple **Pythagore** découvre, quant à lui, son célèbre théorème et met en évidence une loi indépendante de l'expérience sensible. Il fait ainsi des mathématiques une science fondamentale, préalable à toute connaissance (vers 530 av. J.-C.).

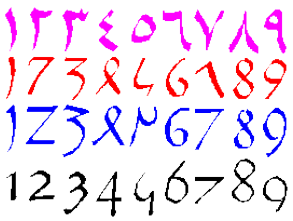
Thalès de Milet (v.625 - v.547 av. J.-C.)



D'abord marchand, puis philosophe, astronome et mathématicien, Thalès est considéré comme le premier véritable penseur de l'histoire ; il s'éloigna en effet des explications surnaturelles et posa pour la première fois la question suivante : « De quoi est fait le monde ? ».
Sa philosophie de la nature faisait de l'eau le principe explicatif de toutes choses. En outre, lors de son premier voyage en Egypte, Thalès appliqua le théorème qui porte aujourd'hui son nom pour mesurer la hauteur de la grande pyramide de Kheops. L'idée ingénieuse de Thalès fut la suivante : « A l'instant où mon ombre sera égale à ma taille, l'ombre de la pyramide sera égale à sa hauteur.» Finalement, soulignons que Thalès pensait que le monde était un disque plat flottant sur un océan infini.

Après la mort d'Alexandre le Grand (323 av. J.-C.), l'activité scientifique grecque est en pleine effervescence : le mathématicien, astronome et géographe **Ératosthène** mesure avec une extraordinaire exactitude la circonférence de la Terre ; le mathématicien **Archimède** pose les bases de la mécanique tandis que le philosophe et scientifique **Théophraste** pose celles de la botanique ; l'astronome **Hipparque** développe la trigonométrie ; les anatomistes et physiciens **Hérophile et Érasistrate** établissent la dissection comme base de l'anatomie et de la physiologie.

Durant le Moyen Age, les découvertes européennes se font moins fréquentes : le Christianisme rejette, en effet, toutes les connaissances païennes et impose une vision du monde selon les dogmes religieux. Les pôles scientifiques se déplacent donc vers d'autres régions.
Dès le début des conquêtes arabes, à Damas, puis à Bagdad, les Arabes traduisent, commentent et enrichissent les grands textes savants de l'Antiquité grecque. De nombreuses contributions sont apportées aux mathématiques, à l'astronomie, à la chimie, à l'optique et à la médecine. Parmi les plus prestigieux savants arabes, citons **al-Khwarizmi** (v. 780-v. 850, travaux décisifs en algèbre, arithmétique et astronomie) et **Ibn al-Haytham** (v. 965-v. 1040, importante contribution à l'optique, à l'astronomie et aux mathématiques). En Chine, on découvre les procédés de fabrication du papier et de la poudre à canon, l'imprimerie et l'utilisation de la boussole. En Inde, des scientifiques formulent les chiffres dits arabes - ceux utilisés de nos jours -, ainsi que la transformation de la trigonométrie sous forme quasi moderne.



Ci-contre, l'évolution des chiffres dits « arabes ». En fait, ce sont les Indiens qui ont inventé cette écriture mathématique basée sur un système décimal. Les contacts commerciaux et intellectuels entre les deux civilisations étaient nombreux : cela a permis aux arabes d'utiliser la notation indienne, qu'ils ont transformé. Ainsi, en langue arabe, les chiffres s'appellent indiens, « hindis », tandis qu'en langue française on les nomme « arabes ».

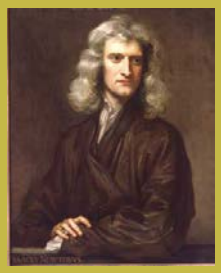
La période qui s'étend de 1550 à 1730 est entrée dans l'histoire sous le nom de « **Révolution scientifique** » en raison des transformations radicales touchant toutes les disciplines traditionnelles. Cette période inaugure, en effet, la science moderne en introduisant de nouveaux concepts, de nouveaux objets d'étude et de nouvelles pratiques. **La lunette du physicien et astronome italien Galilée** (1564-1642) est certainement le symbole le plus célèbre de cette période : aux anciennes méthodes fondées sur l'induction et la déduction, Galilée ajoute la vérification systématique par l'**expérience**, en utilisant les outils scientifiques nouvellement inventés.

La lunette de Galilée (1609). C'est grâce à cette lunette que le physicien observa pour la première fois les satellites de Jupiter.

L'un des épisodes le plus important de la Révolution scientifique est la remise en cause du système géocentrique élaboré par Ptolémée (v.100-v.170) en faveur du système héliocentrique de Copernic (1473-1543). Selon le système géocentrique, la Terre est immobile au centre de l'univers, tandis que le soleil, la lune, les planètes et l'ensemble des étoiles fixes tournent autour d'elle. Pour les défenseurs du système héliocentrique, c'est au contraire le soleil qui est immobile au centre de l'univers tandis que la Terre tourne sur son axe une fois par jour et fait le tour du soleil chaque année. Kepler, Galilée et Newton apporteront tous des éléments empiriques permettant de valider cette théorie. Cependant, pour beaucoup, c'est Galilée qui, en défendant une conception nouvelle de la science, marque le véritable acte de naissance de la science moderne.

Durant la Révolution scientifique, c'est donc l'expérience qui devient le critère permettant de valider les prévisions théoriques. Parallèlement, les découvertes scientifiques de **Newton** et le système philosophique rationaliste de **Descartes** (1596-1650) offrent la matière première qui permet la matérialisation de la science : la vie s'explique désormais en termes physico-chimiques. Avec le siècle des Lumières (XVIIIème siècle), cette tendance s'affirme encore davantage et les bases véritables de la science moderne s'établissent.

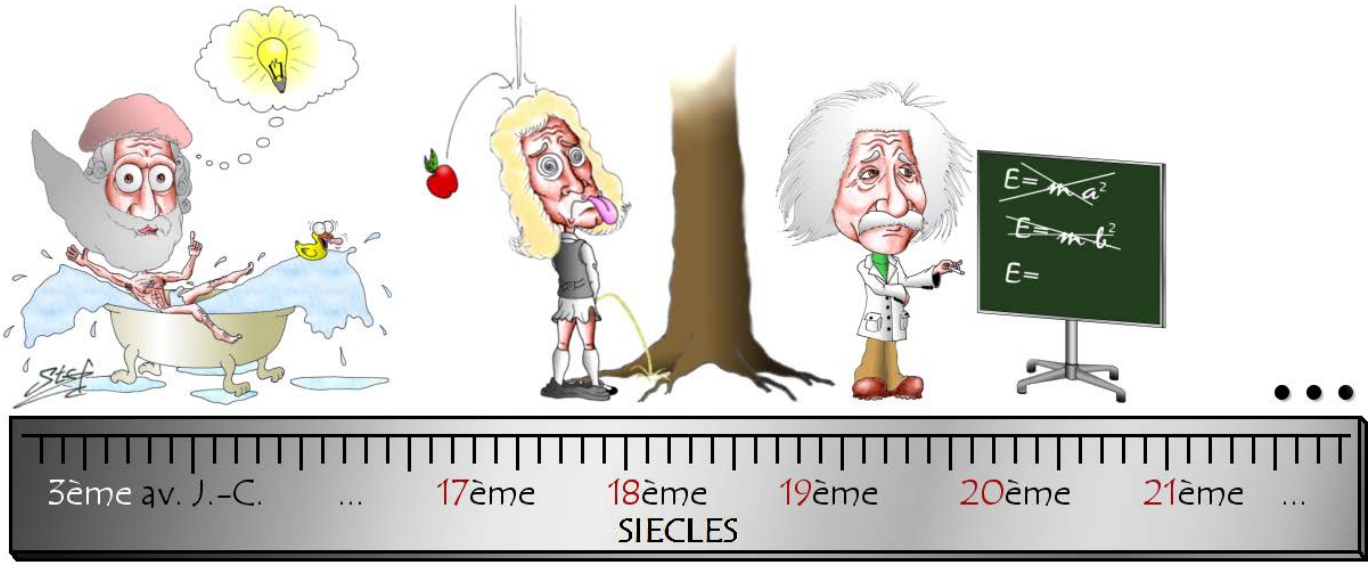
Sir Isaac Newton (1642-1727)



Sir Isaac Newton, mathématicien, physicien et astronome anglais, est considéré comme l'un des plus grands scientifiques de l'histoire. Ses découvertes les plus célèbres s'inscrivent en mathématiques avec l'invention du calcul infinitésimal et en optique avec la découverte de la dispersion de la lumière et la théorie des couleurs. Mais c'est surtout la découverte et l'élaboration des lois de la gravitation universelle (1684) qui contribuent à sa célébrité. La découverte de la gravitation permet, en effet, de rendre compte de la plupart des phénomènes astronomiques connus à l'époque et des lois de l'univers. A partir de cette nouvelle connaissance, on commença à penser que l'usage judicieux de la raison ouvrait la perspective d'un progrès perpétuel dans le domaine de la science, des réalisations techniques et des valeurs morales.

Source image : http://www.laflecha.net/canales/ciencia/200511241

Grâce aux apports de tous ces grands esprits à travers l'histoire, grâce également à l'élaboration d'une véritable méthode de recherche, les savoirs et les découvertes scientifiques fondamentales se succèdent aux XIXème et XXème siècle. En 1838, **Charles Darwin** pose ainsi les fondements de la théorie de l'évolution grâce au concept de la sélection naturelle ; **Louis Pasteur** établit un vaccin contre la rage en 1885 ; **Albert Einstein** découvre, en 1905, les théories de la relativité restreinte et générale ; autant de découvertes essentielles qui influencent aujourd'hui encore le domaine de la science.



Quelques domaines clés

La science est un thème très vaste qui recouvre de nombreux domaines. Nous avons choisi de nous concentrer sur quelques-uns d'entre eux, à savoir ceux où différentes organisations établies à Genève jouent, ou ont joué, un rôle clé : il s'agit de la chimie, la biologie, la météorologie, la physique et l'informatique.

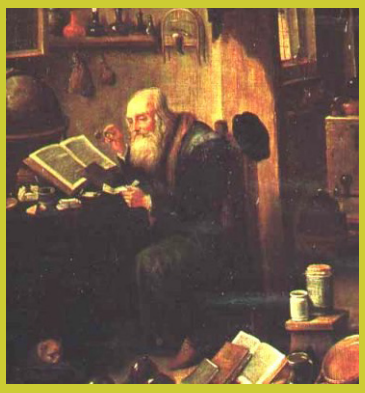
La chimie et la biologie

Dans cette partie, nous allons nous intéresser à différents domaines clés de la chimie et de la biologie. Nous commencerons par l'utilisation de la chimie dans la ve quotidienne, puis nous examinerons les conséquences de la pollution chimique et les actions entreprises pour tenter de la juguler. Nous nous arrêterons ensuite sur l'utilisation des procédés chimiques et biologiques dans la conception d'armes toxicologiques. Finalement, nous terminerons cette partie par une brève présentation des techniques de biochimie médicale et de génie génétique.

Commençons par rappeler que la chimie est la science qui étudie la matière et ses transformations et qu'elle peut être divisée en **trois branches principales** : la chimie générale ou chimie physique, la chimie descriptive et la chimie analytique.

Les premiers procédés « chimiques » ont été inventés par des artisans de Mésopotamie, d'Égypte et de Chine qui travaillaient les métaux, comme l'or ou le cuivre. Ils savaient fondre quelques minerais métalliques – essentiellement des oxydes et des sulfures – en les chauffant au feu de bois afin d'en extraire les métaux. Puis, dès le IXème av. J.-C., la chimie se développe considérablement grâce à la **quête alchimiste** : un peu partout dans le monde, des scientifiques tentent de reproduire de l'or à partir de différents métaux et expérimentent ainsi un certain nombre de procédés chimiques.

L'alchimie, l'ancêtre de la chimie moderne



L'alchimie est un art ancien axé sur la recherche d'une substance qui transformerait les métaux les plus communs en or et sur la découverte de moyens permettant de prolonger la vie humaine. Nos ancêtres ont longtemps pensé que l'or était constitué à partir d'autres métaux enfouis sous terre et, qu'avec suffisamment d'habileté, un artisan pourrait reproduire cette synthèse. Au-delà de la valeur monétaire de l'or, certaines cultures pensaient que le métal jaune était un remède magique, capable de rendre immortel quiconque en consommait. Ainsi, à partir de cette croyance, les pratiques alchimistes se diffusent depuis l'Egypte dès le IXème siècle av. J.-C. Au cours de cette quête métaphysique, les alchimistes acquièrent un grand nombre de connaissances pratiques : on sait par exemple que les alchimistes arabes travaillaient avec l'or et le mercure, l'arsenic et le soufre, les sels et les acides, qu'ils découvrirent de nombreuses substances et inventèrent de nombreux procédés chimiques.
Bien que ses buts et ses techniques puissent paraître illusoires, l'alchimie peut être considérée comme l'ancêtre de la chimie moderne.

« Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme »
Antoine Laurent de Lavoisier

La chimie moderne naît véritablement avec les travaux de l'irlandais **Robert Boyle** (1627-1691) et du français **Antoine Laurent de Lavoisier** (1743-1794). Alors que le premier élabore le concept d'élément chimique et isole pour la première fois un gaz, le second démontre que le processus de combustion implique la présence d'oxygène. Il met également en lumière le rôle de l'oxygène dans la respiration chez les animaux et chez les végétaux et élabore une nouvelle nomenclature chimique qui sert de base au système actuel.

A partir de ces résultats, la chimie acquiert son statut de science et connaît des évolutions très importantes. Dès le début du XIXème siècle, de nombreux domaines apparaissent graduellement comme l'électrochimie, la chimie organique, la chimie structurale et la chimie nucléaire. Le XXème siècle est, quant à lui, marqué par l'avènement de la biochimie et plus particulièrement par les progrès dans la biochimie médicale.

La chimie au quotidien

La chimie est présente partout autour de nous. Ainsi les produits de la nature comme l'eau, le **sel**, les pommes,... sont constitués d'éléments chimiques tout comme les produits transformés par l'activité humaine tels que le pain, les médicaments, les habits, l'informatique, etc.

Que fait-on avec du sel marin ?

A partir du sel marin, la chimie fait du chlore… et à partir du chlore on peut produire :

TECHNOLOGIE	HABITAT	SANTE
Liquide de frein	Isolants	Aspirine
Antigel	Peintures	Vitamine C
Comburant de fusée	Vernis	Eau oxygénée
Disques compacts	Colles	Parfums
Matières plastiques	Eau de Javel	Produits de beauté
…	…	…

Les usines de papier utilisent le chlore pour blanchir le papier. Les usines de traitement d'eaux et d'eaux usées utilisent le chlore pour réduire la quantité de micro-organismes qui peuvent propager des maladies aux Hommes dans l'eau (désinfection).

Le chlore n'est pas un produit sans risque pour la santé et l'environnement. Certains produits sont corrosifs ou irritants comme l'eau de javel concentrée et doivent être manipulés avec précaution.

Il est important de faire la différence entre les notions suivantes :

produit de la nature = Ce sont les « produits » tirés du sol, de la mer, de l'air ou du monde vivant.

produit manufacturé = C'est un produit fabriqué par l'homme pour répondre à des demandes précises qui peut être constitué par un assemblage d'espèces naturelles, par un assemblage d'espèces naturelles et d'espèces synthétiques ou par un mélange d'espèces synthétiques.

Les **espèces chimiques synthétiques** sont fabriquées par le chimiste à partir des ressources naturelles de la Terre (principalement les dérivés du pétrole et du charbon), de la mer ou de l'air. Certaines espèces synthétiques sont identiques à des espèces existant dans la nature. D'autres n'existent pas dans la nature : inventées par les chimistes, principalement à partir des ressources minérales, elles sont souvent désignées comme « artificielles ».

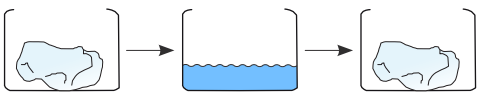
Domaine d'activité	Exemples de produits usuels	Nature/manufacturé	Quelques espèces chimiques
sport	ballon de basket	manufacturé	caoutchouc (naturel ou synthétique)
	sable du Beach volley	produit de la nature	silice (naturelle)
transport	bitume des routes	manufacturé	dérivé du pétrole (naturel)
cosmétique	rouge à lèvres	manufacturé	colorant rouge (cochenille) (naturel ou synthétique)
entretien	produit lave-vitres	manufacturé	éthanol (alcool), eau (naturelle).
	cire d'abeille	produit de la nature	cire (naturelle)
mode	collant	manufacturé	polyamide (synthétique)
	foulard	manufacturé	soie (naturelle)
cuisine	sauce tomate industriel	manufacturé	sel, eau... (naturels), additifs (synthétiques)
	pomme de Terre	produit de la nature	eau, amidon (naturels)
	miel	produit de la nature	glucose, eau (naturels)
santé	médicament	manufacturé	aspirine, amidon (naturels et synthétiques)
	feuilles de tilleul	produit de la nature	cellulose, espèces aromatiques (naturelles)

source : la chimie du monde, niveau Lycée

A ne pas confondre :

phénomènes (transformations) physiques et **phénomènes (transformations) chimiques**

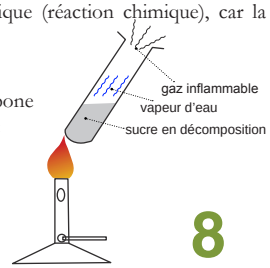
Dans le congélateur, l'eau se congèle pour former des glaçons. Si vous prenez un des glaçons formés, par élévation de température, il donne de l'eau. En remettant cette eau dans le bac à glaçons du congélateur, on obtient à nouveau un glaçon. La substance eau n'a pas été altérée par cette transformation. Le phénomène est un phénomène physique.



Lorsque l'on chauffe du sucre, celui-ci est détruit par élévation de la température. En partant du sucre nous avons obtenu : de la vapeur d'eau, des vapeurs inflammables, un solide noir (carbone). Cette transformation est un phénomène chimique (réaction chimique), car la substance sucre a été profondément modifiée.

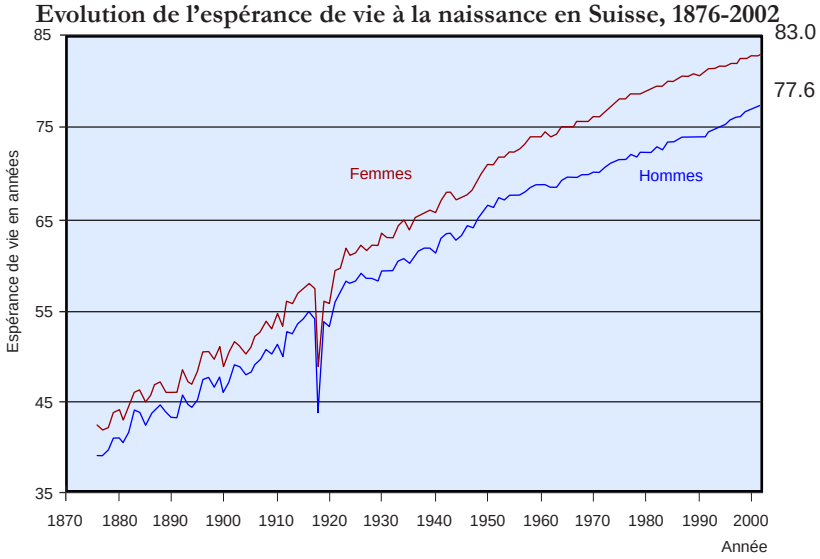
sucre → vapeurs d'eau + gaz inflammable + carbone

$C_6H_{12}0_6$ → H_20 + H_2 + c



Les applications de la chimie ont permis de considérablement améliorer les conditions de vie en l'espace de quelques décennies. Grâce à l'amélioration des techniques dans des domaines tels que l'hygiène, l'agriculture ou la santé, la chimie contribue à l'accroissement de l'espérance de vie dans les pays qui ont accès à ces techniques.
Le secteur de la chimie a connu un très grand développement au cours du XXème siècle. Entre 1930 et 2000, la production mondiale annuelle de produits chimiques est passée de 1 million de tonnes à 400 millions de tonnes.
Toutefois, certains produits manufacturés doivent être manipulés avec précaution et peuvent représenter des risques pour la santé et l'environnement. Depuis le 1er août 2005, un nouvel étiquetage pour les produits chimiques est en vigueur en Suisse. Les symboles noirs sur fond orangé attirent l'attention sur les dangers toxiques et chimiques. En outre, les étiquettes comportent des consignes de sécurité concernant la manipulation des produits. La Suisse utilise ainsi le même étiquetage que l'Union européenne.

Evolution de l'espérance de vie à la naissance en Suisse, 1876-2002



source : Office fédérale de la statistique, « le vieillissement démographique de la Suisse », p. 11, http://www.ecoparc.ch/pdf/fr/S.COTTER_ForumEcoparc2005.pdf

➥ www.cheminfo.ch

Quelques exemples de symboles de danger

T - Toxique
A éviter obligatoirement : l'ingestion, l'inhalation, le contact avec la peau

Xi - Irritant
Eviter tout contact avec la peau et les yeux. Ne pas inhaler les vapeurs. En cas de projections, laver à grande eau.

C - Corrosif
Protéger les yeux, la peau, les vêtements. Le symbole S suivi d'un numéro précise les consignes de sécurité.

F - Extrêmement inflammable
Tenir à l'écart des comburants. Toute manipulation doit se faire loin des flammes, étincelles ou toutes sources de chaleur.

L'usage inapproprié de produits chimiques peut provoquer, dans certains cas, des empoisonnements. Le centre suisse d'information toxicologique a prévu à cet effet le numéro d'urgence 145.

La chimie verte

Accidents d'usines chimiques, épuisement des ressources énergétiques, nombreuses pollutions nuisibles pour l'Homme et l'environnement… Autant de maux qui ont obligé l'industrie chimique à réagir. Face à l'urgence de sa mutation exigée par la société, les chercheurs doivent trouver des solutions nouvelles pour créer une chimie plus propre et plus sûre mais qui reste compétitive. Alors dans les laboratoires, la tendance se généralise et nombreux sont ceux qui ont déjà pris part à cette mutation quasi inévitable de leur filière. Mais comment concevoir une chimie verte et durable ?

Paul Anastas, directeur du Green Chemistry Institute Washington DC, a été l'un des premiers à proposer, à la fin des années 1990, les principes de base pour développer une chimie qui utilise et produise moins de substances dangereuses et soit, de fait, plus respectueuse de l'environnement. Une idée ressort de ces douze principes (voir encadré en bas d'article) : il s'agit désormais d'envisager les voies de synthèse et de transformation chimiques dans leur globalité.

Exemple d'évolution de la chimie avec les émulsifiants utilisés pour fluidifier les bitumes avant leur application sur les routes. Une fois le bitume appliqué, ces émulsifiants se dispersent dans le sol ; or ils sont généralement non biodégradables et toxiques, notamment pour les espèces aquatiques. Des chercheurs ont mis au point un procédé pour synthétiser un émulsifiant « bio », à partir de la glycine bétaïne et des alcools et amines gras des huiles de tournesol et de colza. Bilan des travaux : un émulsifiant biodégradable, moins toxique, obtenu par un procédé qui ne nécessite pas de solvant, qui ne produit pas de rejet et qui utilise des matières premières végétales naturelles jusqu'alors non ou peu valorisées.

LES 12 PRINCIPES DE LA CHIMIE VERTE

Paul T. Anastas et John C. Warner ont publié, à la fin des années 1990, douze principes nécessaires à l'établissement d'une chimie durable[1].

1. Prévention : limiter la pollution à la source plutôt que devoir éliminer les déchets ;
2. Économie d'atomes : optimiser l'incorporation des réactifs dans le produit final ;
3. Conception de synthèses chimiques moins dangereuses qui utilisent et conduisent à des produits peu ou pas toxiques ;
4. Conception de produits chimiques plus sûrs, efficaces et moins toxiques ;
5. Réduction de l'utilisation de solvants et d'auxiliaires ;
6. Réduction de la dépense énergétique ;
7. Utilisation de matières premières renouvelables au lieu de matières fossiles ;
8. Réduction des produits dérivés qui peuvent notamment générer des déchets ;
9. Utilisation de la catalyse ;
10. Conception des substances en intégrant leur mode de dégradation finale ;
11. Mise au point de méthodes d'analyse en temps réel pour prévenir la pollution ;
12. Développement d'une chimie sécuritaire pour prévenir les accidents, les explosions, les incendies et les rejets.

1. Paul T. Anastas et John C. Warner, Green chemistry : Theory and Practice, Oxford University Press, New York, 1998, p. 30.

Source : Cette partie sur la chimie verte a été réalisée à partir du document du CNRS : Les recettes d'une chimie verte, http://www2.cnrs.fr/presse/journal/2650.htm

Les conventions internationales pour limiter les retombées néfastes de la chimie

Source image: http://debrisson.free.fr/images/dprk/usine.jpg

On vient de voir que la chimie tient aujourd'hui une place prépondérante dans le monde industriel : sans prendre en compte la métallurgie, la chimie constitue près de la moitié de l'activité industrielle mondiale. Des grands produits de base organique aux médicaments en passant par les engrais, les matières plastiques, les arômes, les colles, les produits de beauté, etc., les produits chimiques sont partout autour de nous. Ainsi, depuis le début des années 1900, on estime que l'industrialisation a introduit dans l'environnement **près de 100'000 produits chimiques différents**, dont 20'000 sont considérés comme dangereux par l'Institut des Nations Unies pour la formation et la recherche (UNITAR, voir page suivante).

Depuis quelques années déjà, un certain nombre d'organisations se préoccupent de **la pollution** liée à cette industrie florissante. En effet, les polluants d'origine chimique comme les hydrocarbures (pétrole et dérivés), les pesticides, les détergents et les métaux lourds sont dispersés dans les sols, les sédiments, l'eau et l'air. Absorbés par les organismes vivants, ils entraînent des dommages pour l'environnement et des risques pour les êtres humains, la faune et la flore. A ce titre, le rapport du **Fonds des Nations Unies pour la Population (FNUAP)** de 2001 estime que la **pollution atmosphérique** ferait chaque année trois millions de victimes dans le monde.

Exemple de pollution atmosphérique : les pluies acides

La pluie est légèrement acide (pH d'environ 5) à l'état naturel dans l'atmosphère car elle contient des acides qui se forment lorsque les gaz de dioxyde de carbone et de chlore réagissent à l'humidité. Si elle a un pH inférieur à 5, on la considère comme une pluie acide.

Les pluies acides sont causées principalement par deux polluants atmosphériques communs (le dioxyde de soufre et les oxydes d'azote) qui sont produits par les combustibles fossiles brûlés. La majorité des émissions de dioxyde de soufre proviennent des fonderies et des centrales électriques, tandis que la plupart des émissions d'oxyde d'azote sont produites par les automobiles.

Ces polluants peuvent se déplacer sur des milliers de kilomètres dans l'atmosphère, où ils se mélangent à la vapeur d'eau pour former une solution légère d'acide sulfurique et nitrique. La pluie, la neige, la grêle, le brouillard et les autres précipitations amènent cette solution sur la terre sous forme de pluies acides.

Les pluies acides sont l'une des causes du dépérissement des lacs et des forêts en raison des dépôts acides, secs et humides. Les sols, également affectés par cette pollution, deviennent moins productifs, ce qui a pour conséquence la réduction de la production alimentaire. Les pluies acides peuvent aussi provoquer des troubles respiratoires et circulatoires chez l'homme.

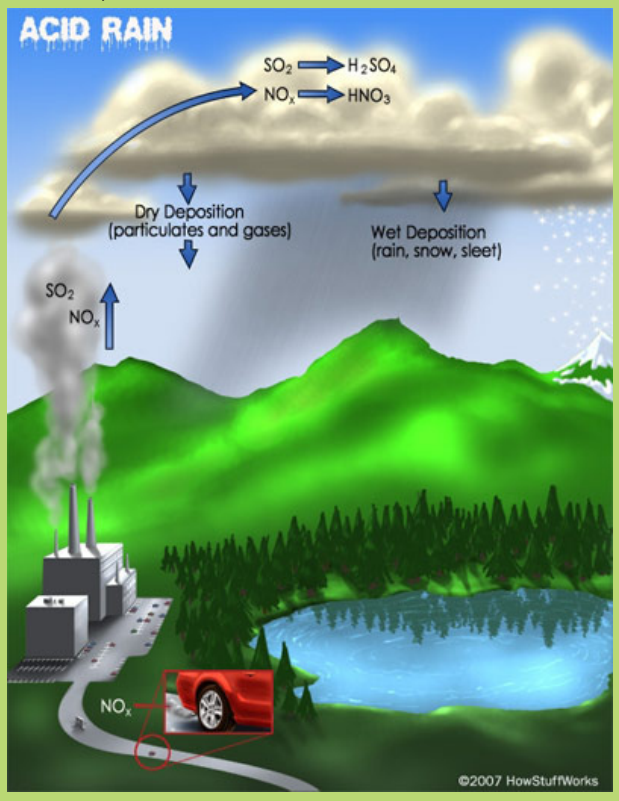


Schéma expliquant les causes et les effets des pluies acides

source : http://itech.dickinson.edu/chemistry/?tag=philip-kiffer

Face à ce problème pour le moins inquiétant, la gestion des produits chimiques est reconnue comme priorité fondamentale par la communauté internationale. L'Organisation Internationale du Travail (OIT), par exemple, traite des problèmes causés par les produits chimiques depuis 1920. Parallèlement, **une cinquantaine d'accords internationaux** concernent ce sujet, à l'image de la **Convention de Rotterdam** (1998) ou de celle de **Stockholm** (2001).

Convention de Rotterdam (1998)

La Convention de Rotterdam est un accord environnemental multilatéral dont l'objectif est d'encourager le partage des responsabilités et la coopération entre pays dans le domaine du commerce international de certains produits chimiques dangereux. Il s'agit à la fois de protéger la santé des personnes et l'environnement contre des préjudices éventuels, et de contribuer à l'utilisation écologiquement rationnelle de ces produits en facilitant l'échange d'informations sur leurs caractéristiques.
La Convention permet donc aux pays du monde entier de surveiller et de contrôler le commerce de certains produits chimiques dangereux. Elle permet aux Etats de décider en connaissance de cause quels produits chimiques ils souhaitent importer et ceux qu'ils veulent exclure parce qu'ils n'arrivent pas à gérer leur utilisation en toute sécurité. Parallèlement, la Convention interdit 22 pesticides et 5 produits chimiques industriels ; il est probable que beaucoup d'autres substances viendront s'ajouter à cette liste.

Convention de Stockholm (2001)

L'objectif de la Convention de Stockholm est de protéger l'environnement et la santé humaine contre les polluants organiques persistants (POP). Les POP sont des produits chimiques qui demeurent très longtemps intacts dans l'environnement, se répartissent un peu partout, s'accumulent dans les tissus des organismes vivants et sont extrêmement toxiques pour les êtres humains, la faune et la flore. La Convention de Stockholm a donc pour objectif de réduire ou d'éliminer 12 différentes sortes de POP, neuf d'entre eux étant des pesticides. La Convention oblige les pays à respecter leurs obligations à cet égard et à mettre sur pied un plan de mise en œuvre.

Egalement appelés biphényle polychloré, les PCB sont des substances chimiques synthétiques qui font partie des polluants organiques persistants (POP). Ils sont difficilement dégradables et s'accumulent dans la chaîne alimentaire. Ayant adhéré à la Convention de Stockholm, la Suisse s'est engagée à identifier le plus rapidement possible tous les PCB et à les détruire dans les installations ad hoc. Les PCB étaient principalement utilisés pour isoler des condensateurs et des transformateurs, mais aussi à titre d'additifs dans l'huile hydraulique ou dans des vernis, résines, plastiques, encres d'imprimerie, colles et autres masses d'étanchéité des joints. En 1972, la Suisse a interdit l'utilisation des PCB dans les systèmes ouverts en raison de leur nocivité pour l'Homme et pour l'environnement. Une interdiction générale a suivi en 1986.

De même, en 2002, lors du Sommet mondial pour le développement durable (Johannesburg, Afrique du Sud), les organisations présentes, conscientes des enjeux environnementaux et sanitaires liés à la pollution chimique, se sont fixées un objectif ambitieux : **atteindre une gestion rationnelle des produits chimiques d'ici à 2020.**

Il existe également le **Programme International sur la Sécurité des Substances Chimiques** (IPCS en anglais, accessible sur internet à la page suivante : http://www.who.int/ipcs/en/) qui a été lancé en 1980 par l'OMS, l'OIT et le Programme des Nations Unies pour l'environnement (UNEP), dont le rôle principal est d'établir une base scientifique afin de réduire au maximum les risques pour la santé et l'environnement liés à l'usage des produits chimiques, et de fournir aux Etats une assistance pour renforcer leur capacité en gestion des produits chimiques.
Le Programme travaille sur quatre éléments : l'évaluation des risques engendrés par les produits chimiques sur la santé des hommes et l'environnement; l'information et la prévention concernant les poisons; la prévention et la préparation face aux incidents et aux urgences relatifs aux produits chimiques; et finalement, promouvoir auprès des Etats l'utilisation du matériel développé à l'échelle internationale pour la gestion de leurs activités liées aux produits chimiques.
L'IPCS coopère avec les gouvernements nationaux, les ONG, ainsi qu'avec des institutions scientifiques du monde entier.
Par exemple, on peut lire dans le rapport des activités de l'IPCS de 2008 qu'il y a eu au total 281 incidents chimiques potentiellement dangereux pour la santé cette année là. Grâce au Programme, tous ces incidents ont été répertoriés et leurs risques ont été évalués. Dans 106 cas, l'information a été transmise à d'autres partenaires pour une action future. De plus, dans 9 cas d'incidents, une aide significative a été fournie : conseils techniques, facilitation pour l'approvisionnement d'antidotes, et organisation dans deux des cas de missions de réponse d'urgence. Une équipe a donc été envoyée en mars 2008 en Mongolie afin de déterminer les dommages sur la santé humaine causés par un débordement de mercure et de cyanure. Le rapport de cette mission est accessible sur internet à l'adresse suivante : http://www.who.int/environmental_health_emergencies/events/Mission%20debriefing%20%20v.9April%20for%20web.pdf.

Le Programme de gestion des produits et des déchets créé par l'**Institut des Nations Unies pour la formation et la recherche (UNITAR)** s'inscrit dans ce mouvement de lutte contre la pollution atmosphérique. Selon l'Institut onusien, « la gestion rationnelle des produits chimiques est un véritable défi d'envergure pour les gouvernements. Ceux-ci doivent prendre des mesures législatives, mettre en place des politiques et des activités de gestion de ces substances à tous les niveaux, locaux, nationaux et internationaux. Ils doivent protéger les citoyens ainsi que l'environnement contre les effets nuisibles des produits chimiques, tout en les laissant profiter des avantages qu'ils apportent ».

Institut des Nations Unies pour la formation et la recherche

L'UNITAR est fondé en 1965 à Genève, par résolution de l'Assemblée Générale des Nations Unies, dans le but d'augmenter l'efficacité des Nations Unies par la formation et la recherche, en particulier pour le maintien de la paix et de la sécurité, ainsi que pour la promotion du développement économique et social. L'Institut propose ainsi une gamme étendue de formation : cours sur les opérations de maintien de la paix, sur les aspects juridiques de la gestion des dettes ou sur les migrations par exemple. Il effectue également des recherches en lien avec les objectifs des Nations Unies, conçoit des outils pédagogiques, établit et renforce la coopération avec les universités et d'autres institutions d'enseignement.

Pour atteindre ce but, l'institut offre une assistance aux pays en voie de développement et aux pays en transition afin qu'ils établissent un **programme national intégré de gestion des produits chimiques**.
Ce programme repose sur trois étapes successives :

- La **préparation d'un profil national en matière de produits chimiques**. Ce profil offre une vue d'ensemble et une analyse des activités et des infrastructures liées au secteur chimique dans le pays concerné.
- L'**organisation d'ateliers de définition des priorités**. Par exemple, la Slovénie, lorsqu'elle a établi ses priorités nationales en 1997, a ciblé l'amiante comme constituant un produit chimique nécessitant une action immédiate pour réduire les risques qui y étaient associés.
- Une **formation pour le développement de plans d'action rationnels dans la gestion des produits chimiques**. Cette formation touche plusieurs domaines tels que les actions concrètes sur les produits chimiques, le développement d'infrastructures, la législation et la mise en œuvre de conventions internationales.

En 2009, avec le soutien de l'UNITAR :

- Environ 30 pays ont initié un Programme national pour une gestion rationnelle des produits chimiques ;
- Plus de 100 pays ont réalisé un Profil national sur la gestion des produits chimiques ;
- Environ 50 pays ont participé à des ateliers de renforcement des capacités pour le développement de plans d'action ;
- 5 pays possèdent un RRTP (registre des rejets et transferts de polluants) opérationnel ;
- 10 pays ont initié une Stratégie nationale pour la mise en oeuvre du SGH (système général harmonisé de classage et d'étiquetage des produits chimiques).

Le règlement européen **REACH** (acronyme anglais pour enregistrement, évaluation et autorisation des substances chimiques) va permettre de passer au crible quelque 30'000 composés chimiques potentiellement dangereux pour l'environnement et la santé humaine.

Le règlement met en place un système complet d'enregistrement, d'évaluation et d'autorisation, géré par une Agence européenne pour les substances. La charge de la preuve incombera aux industriels ; il leur reviendra donc de prouver que les produits utilisés ne sont pas nocifs.

Le règlement prévoit :

- l'enregistrement dans une base de données de toutes les substances chimiques produites ou importées dans l'UE en quantité supérieure ou égale à une tonne par an ;
- une évaluation scientifique de l'impact des substances pour la santé humaine et pour l'environnement ;
- la substitution des produits les plus dangereux par des produits moins nocifs ;
- une autorisation nécessaire pour les produits présentant des dangers et pour lesquels il n'existe aucune substance alternative. Pour obtenir cette autorisation, les industriels devront prouver que ces risques peuvent être maîtrisés, ce qui devrait encourager le recours à des produits substituables moins nocifs.

La **Directive européenne SEVESO** fait suite au rejet accidentel de Dioxine en 1976 sur la commune de SEVESO en Italie. Cet accident a incité les Etats européens à se doter d'une politique commune en matière de prévention des risques industriels majeurs. Le 24 juin 1982 la directive dite SEVESO demande aux Etats et aux entreprises d'identifier les risques associés à certaines activités industrielles dangereuses et de prendre les mesures nécessaires pour y faire face. La directive SEVESO a été modifiée à diverses reprises et son champ a été progressivement étendu. Une nouvelle directive a été publiée au Journal Officiel de l'Union européenne le 31 décembre 2003. Ces nouvelles dispositions prennent en compte les études relatives aux propriétés dangereuses de certaines substances et le retour d'expérience de différents accidents survenus au sein de l'Union Européenne (pollution du Danube par des cyanures, en janvier 2000, à Baïa Mare en Roumanie ; explosion d'artifices, en mai 2000, à Enschede aux Pays-Bas ; explosion AZF, en septembre 2001, à Toulouse).

Les armes toxicologiques : armes chimiques et biologiques

" ... presque toutes les grandes découvertes, dans quelque domaine que ce soit, ont fini par être utilisées à des fins hostiles."

Jacques Forster, vice-président du Comité International de la Croix-Rouge

Les avancées scientifiques et technologiques peuvent avoir des effets positifs, mais aussi négatifs, sur les sociétés et sur les relations qu'elles entretiennent. Dans les domaines de la chimie, de la biologie et, plus généralement, des sciences de la vie, les scientifiques qui conduisent des recherches pointues le font, généralement, dans l'optique d'améliorer la condition de l'être humain en mettant au point, notamment, de nouveaux médicaments. Il n'en reste pas moins qu'un nombre considérable de composés chimiques et de micro-organismes sont utilisés à des fins hostiles : on parle dans ce cas d'armes toxicologiques.

Les armes chimiques

Les Nations Unies définissent les armes chimiques comme « toute substance chimique qui, à cause de ses effets sur les organismes vivants, peut entraîner la mort, une perte temporaire de performance ou une lésion permanente aux humains ou aux animaux ». Leur potentiel de nuisance est tel qu'elles ont été classées parmi les armes de destruction massive.

L'histoire des armes chimiques est aussi ancienne que celle de la guerre : depuis l'Antiquité, les soldats empoisonnent leurs ennemis en contaminant les puits à l'aide de fumées soufrées par exemple ou en provoquant des incendies. Cependant, le développement de l'industrie chimique, à la fin du XIXème siècle, a permis l'apparition de nouvelles armes au potentiel destructeur terrifiant. Ainsi, pendant la Première Guerre mondiale, des gaz nocifs sont utilisés pour la première fois : chlore, gaz lacrymogène, acide cyanhydrique et surtout gaz moutarde. On estime à 90'000 le nombre de victimes des armes chimiques au cours de ces quatre années de conflit.

Le 22 avril 1915, en plein conflit mondial, près de 150 tonnes de chlore sont déversées par les troupes allemandes sur le front des Flandres, en Belgique. Le bilan est lourd : 5'000 français sont tués et 15'000 autres gravement blessés. Ce triste épisode correspond à la première attaque au gaz de l'histoire militaire.

Entre les deux guerres, la plupart des puissances européennes cherchent à perfectionner leurs armements chimiques. **De nouveaux gaz sont conçus, en particulier des neurotoxiques tels que le sarin dont une très faible quantité suffit à provoquer la mort**. Le développement de l'aviation rend l'utilisation des armes chimiques plus dangereuse encore. Les améliorations techniques et le développement du **napalm**, produit qui colle à la peau en la brûlant, conduisent ainsi à une utilisation largement répandue des armes à flamme au cours de la Seconde Guerre mondiale.

Le 8 juin 1972, Kim Phuc, alors âgée de neuf ans, fuit son village du Sud Vietnam, bombardé au napalm. Publiée par les journaux du monde entier, cette photo remportera le prix Pulitzer. En dessous, la photo de Kim Phuc aujourd'hui.

Sources images: http://www.uiowa.edu/~policult/politicalphotos/vietnam4.html et http://portal.unesco.org/fr/ev.php-URL_ID=8323&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html

Aujourd'hui, on distingue différents groupes d'agents chimiques :

- les **agents incapacitants** dont l'objectif est de neutraliser sans tuer ;
- les **suffocants** qui sont des gaz qui agissent principalement sur les poumons en lésant les tissus des voies respiratoires ;
- les **vésicants** qui détruisent les tissus cellulaires avec lesquels ils entrent en contact ;
- les **toxiques sanguins** qui provoquent un empoisonnement du sang ;
- les **neurotoxiques** qui agissent sur le mécanisme de conduction de l'influx nerveux.

Dès 1918, le **Comité International de la Croix-Rouge (CICR)** s'engage dans la lutte contre ces armes dévastatrices. Il lance, le 6 février 1918, un appel contre l'emploi des gaz vénéneux. Cet appel ainsi que celui adressé lors de la Conférence internationale de la Croix-Rouge en 1921 contribueront à l'élan diplomatique qui culminera en 1925. Un protocole de la Société des Nations, visant à interdire la guerre chimique et biologique, est en effet signé à Genève le 17 juin 1925 : il s'agit du **Protocole concernant la prohibition d'emploi à la guerre de gaz asphyxiants, toxiques ou similaires et de moyens bactériologiques**, mieux connu sous le nom de **Protocole de Genève**.

Les armes chimiques

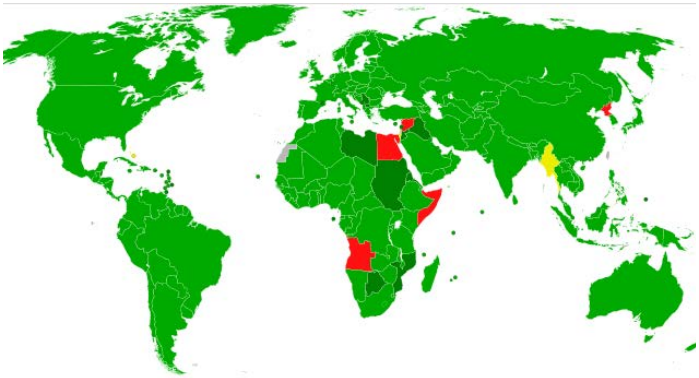
Agents toxiques	Effets sur l'homme
Irritants Gaz lacrymogène Gaz urticant	**Démangeaisons** de la **peau** **Larmes**
Vésicants Ypérite (gaz moutarde)	**Brûlures** graves de la **peau** **Brûlures dans la bouche** et les **voies respiratoires**
Suffocants Phosgène Chlore	**Lésions pulmonaires** Troubles de la **circulation**
Toxiques sanguins Acide cyanhydrique Chlorure de cyanogène	Inflammation des **voies respiratoires**. Perturbent l'**utlilisation de l'oxygène** par les cellules, conduisant à l'**asphyxie**.
Neurotoxiques Sarin VX Tabun Soman	**Nausées**, perturbation des **fonctions vitales**, arrêt respiratoire. Inodores, incolores, ce sont **les toxiques les plus mortels** (une fine goutelette sur la peau suffit à tuer).

Source image : http://www.ide.fr/boj-eve-13.htm

Au 1er août 2008, 135 Etats avaient ratifié le Protocole de Genève (et un Etat, le Salvador, l'a signé), se réservant cependant le droit de riposter à une attaque avec des armes de même nature. Signalons également que le Protocole de Genève n'interdit les armes chimiques que dans le cas d'un conflit entre deux pays. Il ne concerne ni leur utilisation par un pays contre une partie de sa population ni la possibilité pour un pays de développer, de produire et de vendre de telles armes.

Parallèlement, en mai 1991, 19 nations industrielles s'engagent à adopter des mesures de contrôle sur l'exportation de cinquante produits chimiques utilisés dans la production d'armes. Puis, en 1993, la **Convention sur l'interdiction de la mise au point, de la fabrication, du stockage et de l'emploi des armes chimiques et sur leur destruction (CIAC)** est négociée lors de la conférence sur le désarmement se tenant à Genève. Depuis l'entrée en vigueur de la CIAC en 1997, l'**Organisation pour l'interdiction des armes chimiques** (OIAC) est chargée de veiller à l'élimination définitive des armes chimiques et de vérifier que les stocks déclarés d'armes chimiques sont détruits dans les délais prévus. Selon l'OIAC, 100 % des installations déclarées de fabrication d'armes chimiques ont été mises hors service. Cependant, certains pays comme la Somalie ou la République populaire démocratique de Corée n'ont pas signé cette convention.

Etats signataires de la CIAC, état en mars 2009



source : http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:CWC_Participation.svg

186 nations sont membres de la CIAC (vert) et quatre autres sont signataires (jaune). Seuls cinq États (rouge) restent en dehors de la Convention. Il s'agit de l'Angola, l'Égypte, la République arabe syrienne, la République populaire démocratique de Corée et la Somalie.

A Genève, l'**Institut des Nations Unies pour la recherche et le désarmement (UNIDIR)** consacre de nombreux travaux au problème de l'armement et du désarmement chimique. Il analyse notamment les effets des traités conclus et les questions relatives à des négociations potentielles ou en cours.

Institut des Nations Unies pour la recherche et le désarmement

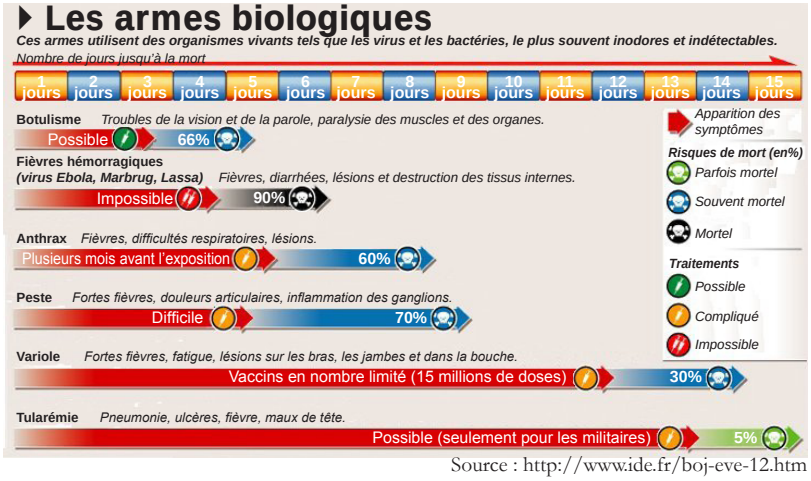
Lors de la première session extraordinaire de l'Assemblée générale consacrée au désarmement, en 1978, le Gouvernement français proposa la création d'un institut des Nations Unies pour une activité soutenue de recherche et d'étude de caractère plus prospectif sur le désarmement qui favoriserait une participation avisée de tous les Etats aux efforts de maîtrise et de réduction des armements. En 1980, est donc créé l'Institut des Nations Unies pour la recherche sur le désarmement. L'institut effectue principalement des recherches indépendantes sur les problèmes de désarmement afin de procurer à la communauté internationale des informations complètes sur les problèmes relatifs à la sécurité internationale, à la course aux armements et au désarmement dans tous les domaines, afin de faciliter les progrès vers une sécurité accrue pour tous les Etats et vers le développement économique et social de tous les peuples.

Les armes biologiques

Les armes biologiques consistent en **l'utilisation de germes pathologiques** - virus, bactéries, champignons, toxines et micro-organismes - **dans le but de provoquer intentionnellement la maladie ou le décès d'êtres humains, d'animaux ou de plantes**. Leur potentiel de nuisance est tel qu'elles ont été classées parmi les armes de destruction massive.

Les armes biologiques sont utilisées depuis de nombreux siècles. L'exemple historique le plus connu est certainement celui du **siège de Caffa** en 1346. Ce comptoir génois de la mer Noire était, en effet, assiégé par une armée tatare, dirigée par le général Kiptchäk khän Jambeg. Lors de l'été 1346, une épidémie éclata dans les rangs du général, à la plus grande joie des défenseurs du port. Mais le général tartare retourna cette situation à son avantage en décidant de projeter derrière les murs de la ville les cadavres de ses soldats contaminés, provoquant ainsi rapidement la mort de la plupart des assiégés.

Les armes biologiques sont nombreuses et leur nature dépend des objectifs recherchés : mise hors de combat ou élimination d'individus, destruction des récoltes ou du bétail. On peut, par exemple, utiliser contre l'homme et les animaux des germes pathogènes causant la peste ou la fièvre aphteuse. Pour détruire les végétaux, il est possible d'utiliser des micro-organismes ou des insectes (sauterelles, doryphores).
Aujourd'hui, **avec le développement important du génie génétique**, certaines organisations redoutent la création de nouvelles souches virales très toxiques, contre lesquelles un pays touché ne serait pas préparé et ne posséderait pas d'antidote. **On craint alors principalement les attaques bioterroristes**.



Source : http://www.ide.fr/boj-eve-12.htm

Le bioterrorisme consiste en l'utilisation ou la menace d'utilisation d'armes biologiques sans déclaration de guerre officielle ni même nécessité que l'agresseur soit un État. Il se distingue en cela de la simple guerre biologique.
En 2001, des individus (qui ne sont toujours pas identifiés) ont diffusé délibérément des bacilles du charbon (Anthrax) par l'intermédiaire du service postal des Etats-Unis, provoquant 22 infections et 5 décès. L'effet de panique engendré par cette attaque a mobilisé les services d'urgence ainsi que les services de police et de justice dans le monde entier. La menace du bioterrorisme, longtemps jugée hypothétique, est devenue une réalité.

Source : www.thesahara.net/anthrax_rules.htm

Le CICR liste un certain nombre de **dangers biologiques pour les années à venir**. Citons, entre autres :

- La création de virus à partir de matériaux de synthèse en utilisant une formule trouvée sur Internet et des séquences de gènes achetées par correspondance ;
- L'altération d'agents infectieux existants, rendus plus virulents ;
- La production d'agents biologiques qui pourraient attaquer les infrastructures agricoles ou industrielles ;
- La création d'agents biologiques de guerre destinés à être utilisés en conjonction avec des mesures de protection (vaccins) de ses propres troupes ou de sa population.

Face à cette menace, un traité interdisant l'usage d'agents biologiques a été rédigé lors de la **Conférence de Genève sur le désarmement** en 1971 et a été signé par 84 Etats. Signalons que ce traité - **la Convention sur l'interdiction de la mise au point, de la fabrication et du stockage des armes bactériologiques (biologiques) ou à toxines et sur leur destruction** - est unique en son genre, puisqu'il met hors la loi toute une série d'armes. Toutefois, son efficacité reste discutable et ce pour deux raisons. D'abord, parce que les progrès du génie génétique accroissent la complexité du problème. Et ensuite, parce qu'il n'existe pas d'organisation chargée de veiller au respect de cette Convention, bien que les tentatives faites pour en créer une n'aient pas manqué.
Parallèlement, l'ONU continue de mener une campagne de non-prolifération des armes chimiques et biologiques. Elle poursuit également, en accord avec les pays concernés et adhérents, un plan de destruction des stocks existants.

La biochimie médicale et le génie génétique

Dérivée à la fois de la chimie et de la biologie, la biochimie médicale **étudie les dysfonctionnements des réactions biochimiques chez l'homme et vise ainsi à soigner les maladies d'origine moléculaire**. Grâce à la biochimie, les lésions moléculaires de certaines maladies d'origine génétique comme la mucoviscidose ou l'hémophilie ont été élucidées, ce qui devrait permettre de mettre en place des médicaments efficaces. En outre, des progrès fondamentaux ont été accomplis grâce aux techniques du génie génétique.

Grâce au génie génétique et à la biochimie médicale, il est possible de modifier une bactérie de manière à ce qu'elle produise un médicament. L'exemple de l'insuline humaine est certainement le mieux connu. L'insuline est une hormone produite dans certaines cellules du pancréas de tout être humain sain et est responsable du taux de sucre sanguin. Certains individus ne produisent pas assez d'insuline et ont par conséquent un taux de sucre trop élevé. On parle dans ce cas-là de diabète. Les personnes atteintes d'un diabète grave dépendent d'injections quotidiennes d'insuline pour mener une vie normale. Autrefois, l'insuline provenait du pancréas de bœuf ou de porc. Depuis les années 80, elle peut être produite grâce au génie génétique.

Malgré ces progrès incontestables, les techniques de biochimie et de génie génétique posent aujourd'hui un certain nombre de questions. **Les techniques du clonage et celles des organismes génétiquement modifiés (OGM) sont notamment pour le moins controversées**.

1) **Le clonage** est une technique qui permet, par manipulations cellulaires, d'obtenir un organisme ou un embryon génétiquement identique à un autre. Il existe deux types de clonage : le **clonage thérapeutique** dont le but est de soigner l'être humain et qui permet, par exemple, le clonage de cellules de peau (utilisé pour les greffes) et le **clonage reproductif** dont le but est de constituer un être vivant.

Le premier clonage d'un mammifère

En juillet 1996, la brebis Dolly, le premier mammifère cloné de l'histoire, naît après 276 tentatives infructueuses. Pour ce faire, les scientifiques ont fusionné des cellules de glandes mammaires d'une brebis adulte avec des ovocytes d'une autre race de brebis privés de leur noyau. Ils ont ensuite réimplanté ces œufs chez des brebis porteuses. La brebis issue de ce clonage, Dolly, était physiquement identique à la brebis adulte donneuse de cellules de glande mammaire. Si Dolly s'est longtemps bien portée, elle a cependant rapidement présenté des symptômes de vieillissement précoce. A l'âge de trois ans, les scientifiques ont compris que l'âge de ses chromosomes n'était pas de trois ans mais de neuf ans : à son âge effectif, il fallait ajouter celui de sa mère, la brebis de six ans sur laquelle avait été prélevée la cellule souche. Dolly a finalement été euthanasiée à 6 ans et demi en raison d'une maladie pulmonaire évolutive incurable.

Si grâce au clonage thérapeutique des espoirs considérables sont envisageables (à terme peut-être même le traitement de certaines maladies dégénérescentes comme Parkinson et Alzheimer), il n'en reste pas moins que la technique du clonage reproductif porte en elle les germes de dérives et entraîne une multitude de questions éthiques auxquelles il devient urgent d'apporter des réponses. Cette urgence est d'autant plus palpable depuis qu'une secte mondialement connue, les raëliens, a affirmé, en 2002, avoir cloné le premier homme. Même si l'information s'est révélée fausse, elle montre les risques de dérive.

La communauté internationale se montre très préoccupée par le problème du clonage. Ainsi, le 11 novembre 1997, l'UNESCO a adopté la **Déclaration universelle sur le génome humain et les droits de l'Homme** qui stipule que le clonage humain est « une offense à la dignité humaine ». Parallèlement, le 8 mars 2005, l'Assemblée générale des Nations Unies a adopté la **Déclaration des Nations Unies sur le clonage des êtres humains**, un texte encourageant les gouvernements à interdire toutes les formes de clonage humain « dans la mesure où elles seraient incompatibles avec la dignité humaine et la protection de la vie humaine ».

2) L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) définit **les OGM** comme « des organismes dont le patrimoine génétique (l'ADN) a été transformé d'une manière qui ne survient pas spontanément dans la nature ». Un OGM est donc un animal, une plante ou un micro-organisme dans lequel l'homme a introduit un ou des gènes étrangers pour l'acquisition d'un caractère nouveau.
Cette technique est aujourd'hui principalement utilisée dans l'**industrie pharmaceutique** et dans **l'agriculture**.

En agriculture, la première introduction d'un aliment transgénique sur le marché remonte à 1995 ; il s'agissait d'un soja résistant aux herbicides, produit aux Etats-Unis. Les agriculteurs ayant recours à la transformation génétique cherchent principalement à améliorer les conditions de cultures en développant des mécanismes de tolérances ou de résistances ayant pour effet d'augmenter les rendements et donc de produire des récoltes plus abondantes. Ainsi, toutes les plantes génétiquement modifiées que l'on retrouve aujourd'hui sur les marchés ont été conçues pour avoir une ou plusieurs des trois propriétés fondamentales suivantes : **résistance aux insectes, résistance aux infections virales et tolérance à certains herbicides**.

Les plantes transgéniques rendues plus résistantes aux insectes sont par exemple la pomme de terre, le maïs et le coton. Celles rendues plus tolérantes aux herbicides sont le soja, le maïs, le colza et le coton, tandis que le poivron, le papayer, la courge et la pomme de terre sont rendus résistants aux virus. Finalement, le blé et le maïs transgéniques résistent à la sécheresse.

En outre, l'introduction de nouveaux gènes peut conduire **à améliorer la qualité d'un aliment** en modifiant par exemple la teneur en nutriments, en réduisant les allergènes ou en permettant une meilleure conservation des produits.

Les avis sur la question des OGM sont très partagés. D'un côté, les **opposants** affirment principalement que les plantes transgéniques peuvent représenter des risques toxiques pour la santé des hommes et des animaux qui les consomment. Ils redoutent également l'apparition de mauvaises herbes résistantes à des herbicides ou celle de « super insectes » insensibles aux insecticides sécrétés par les plantes transgéniques, et peut-être même la disparition des insectes « utiles », avec des conséquences en cascade sur les écosystèmes.

En France, des mouvements de contestation anti-OGM se développent depuis plusieurs années déjà. Parmi ceux-ci, « les faucheurs volontaires d'OGM » sont certainement les plus médiatisés. Ci-contre, le groupe (avec l'emblématique José Bové à gauche) lors d'un fauchage d'une parcelle de maïs transgénique en 1995.

Source : http://www.choix-realite.org/doc/images/faucheurs.jpg

Les **partisans** des OGM mettent, quant à eux, en avant à la fois la possibilité d'améliorer la quantité et la qualité des aliments produits. L'un des arguments phares des partisans des OGM est l'utilisation des techniques de génie génétique dans les pays en voie de développement qui peinent à établir leur sécurité alimentaire.

Certaines organisations internationales, sans adhérer aux OGM, voient cependant dans les techniques biotechnologiques un apport potentiel dans la lutte contre la famine. Ainsi, le **Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD)** est associé à plusieurs expériences de cultures par croisement. Citons comme exemple le programme **« New rice for Africa »** ou **Nerica** développé en Afrique de l'Ouest.

Source image : http://www.un.org/french/ecosocdev/geninfo/afrec/vol17no4/174ricefr.htm

Le Nerica est une variété de riz obtenue par le croisement de riz asiatique et de riz africain, ayant par ailleurs subi quelques modifications. Selon le PNUD, outre le gain substantiel au niveau des rendements, les nouvelles variétés atteignent la maturité de 30 à 50 jours plus tôt que les variétés traditionnellement cultivées. Toujours selon le PNUD, le Nerica aurait aussi une teneur en protéines beaucoup plus élevée et se révélerait plus résistant aux maladies, à la sécheresse et aux sols acides. Il résisterait également à certains insectes nuisibles parmi les plus dévastateurs d'Afrique de l'Ouest.

Selon la Directrice du Groupe spécial du PNUD pour la coopération technique entre pays en développement, Safiatou Ba-N'Daw, « **le NERICA est un parfait exemple de la contribution que la recherche scientifique peut apporter à la réduction de la pauvreté** dans le triangle de la coopération Sud-Sud, avec la participation des institutions d'Afrique, d'Asie, d'Europe et d'Amérique du Nord et du Sud. Il y a tout lieu de s'attendre à ce que le nouveau riz ait des effets positifs en améliorant les revenus et la sécurité alimentaire des agriculteurs pauvres ».

Les OGM dans le monde et les degrés de la malnutrition

Les degrés de la malnutrition

- Faibles prévalence et gravité
- Faible prévalence et gravité modérée (et *vice versa*)
- Prévalence et gravité modérées
- Forte prévalence et gravité modérée (et *vice versa*)
- Fortes prévalence et gravité

SOURCE FAO (1996-98) / Solagral-UNESCO (1999)

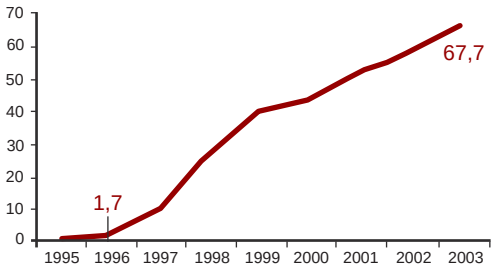
Les OGM dans le monde [●]

Les Etats-Unis concentrent, à eux seul, 70% des surfaces cultivées en OGM, suivis par l'Argentine (14%) et le Canada (10%). Le soja (huile, farines pour l'alimentation animale) occupe 54% de ces surfaces, devant le maïs, le colza et le coton.

L'expansion des cultures d'OGM dans le monde, en millions d'hectares.

A l'heure actuelle, les cultures d'OGM **se concentrent principalement aux Etats-Unis avec 70 % du total**. Les régions les plus pauvres de la planète ne cultivent pas ou quasiment pas d'OGM. Il n'existe donc aujourd'hui aucune corrélation entre le degré de malnutrition et la présence d'OGM dans le monde.

En 2009, la surface mondiale des cultures de plantes transgéniques est de 125 millions d'hectares, ce qui représente environ trois fois le territoire de l'Allemagne. L'augmentation des surfaces depuis 1996 représente l'un des taux les plus élevés pour une nouvelle technologie agricole. En outre, 13,3 millions d'agriculteurs utilisent des OGM de nos jours.



Les aliments génétiquement modifiés présentent-ils un risque pour la santé humaine ?

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), « les aliments transgéniques qui sont actuellement sur les marchés internationaux ont passé avec succès des évaluations du risque et il est improbable qu'ils présentent un quelconque risque pour la santé humaine ». En outre, selon l'OMS, « on n'a jamais pu montrer que leur consommation par le grand public dans les pays où ils ont été homologués ait eu un quelconque effet sur la santé humaine ».
Dans le cadre de son programme de salubrité alimentaire, l'OMS a mis en place plusieurs procédures spécifiques en lien avec les aliments génétiquement modifiés. Elle procède notamment à des évaluations périodiques des aliments génétiquement modifiés en passant en revue les point suivants : a) les effets nocifs directs (toxicité), b) la tendance à provoquer des réactions allergiques (allergénicité), c) les éléments spécifiques censés avoir des propriétés nutritionnelles ou toxiques, d) la stabilité du gène inséré, e) les effets nutritionnels s'associant à la modification génétique et f) tout effet non désiré résultant de l'insertion du gène.

En outre, la Commission du **Codex Alimentarius** met au point des principes pour l'analyse du risque des aliments transgéniques pour la santé humaine avant leur commercialisation. Ces principes reposent sur l'obligation de procéder à une évaluation au cas par cas avant commercialisation comprenant à la fois l'étude des effets directs (du gène inséré) et des effets inattendus (pouvant résulter de l'insertion du nouveau gène.)

Codex Alimentarius

La Commission du Codex Alimentarius a été créée en 1963 par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'OMS afin d'élaborer des normes alimentaires, des lignes directrices et d'autres textes, tels que des Codes d'usages. Les buts principaux de ce programme sont la protection de la santé des consommateurs, la promotion de pratiques loyales dans le commerce des aliments et la coordination de tous les travaux de normalisation ayant trait aux aliments entrepris par des organisations aussi bien gouvernementales que non gouvernementales. Le Codex Alimentarius est devenu la référence mondiale pour les consommateurs, les producteurs et les transformateurs de denrées alimentaires, les organismes nationaux de contrôle des aliments et le commerce international des produits alimentaires.

En Suisse, nous avons voté en 2005 un moratoire de cinq ans sur les OGM. Les cultures transgéniques sont donc interdites en Suisse jusqu'à nouvel ordre. Par contre, l'importation d'aliments génétiquement modifiés est permise. L'article 15 de l'ordonnance sur les denrées alimentaires (ODAI) exige cependant que les aliments contenant plus de 0,9 % d'organismes modifiés par génie génétique soient désignés comme tels et portent la mention OGM.

La recherche en génétique en Suisse et à Genève

Hébergé par la Faculté des sciences de l'Université de Genève, **Frontiers in Genetics** mène une recherche de pointe dans le domaine des gènes, des chromosomes et du développement des organismes. Sous la direction du professeur Denis Duboule, ce **pôle de recherche national** réunit plus de vingt laboratoires académiques suisses de renommée mondiale, répartis dans les Universités de Genève et de Bâle, dans les deux écoles polytechniques fédérales, ainsi que dans des instituts tels que le Friedrisch Miescher Institute (FMI) ou encore l'Institut suisse de recherche expérimentale sur le cancer (ISREC).

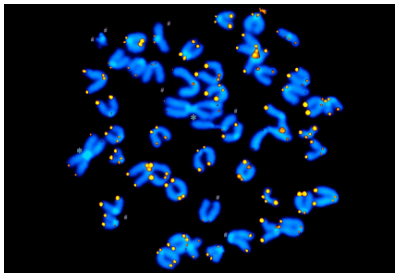
Ce sont ainsi plus de deux cents chercheuses et chercheurs qui, selon leur spécialité et leurs techniques, cherchent à comprendre comment un organisme partant d'une seule cellule fécondée aboutit finalement à un être complexe et fonctionnel.

En outre, Frontiers in Genetics s'emploie au mieux à cultiver la transmission du savoir et ce dans le but de former les grands scientifiques de demain. Son école doctorale accueille sur dossier des étudiant-e-s de toute nationalité.

Ce réseau doit contribuer à relier et intégrer les trois niveaux de complexité qui caractérisent la recherche en génétique :
- les **gènes**, au niveau moléculaire,
- le **noyau**, au niveau cellulaire,
- l'**embryon**, au niveau de l'organisme.

Frontiers in Genetics propose également à Genève la visite publique de certains de ses laboratoires lors de quelques événements. Des demi-journées de découverte de la recherche en génétique destinées aux groupes scolaires, ainsi que des stages individuels de recherche d'une journée, peuvent être organisés pour les collégiens selon la demande.

➥ http://www.frontiers-in-genetics.org/



Les télomères ou extrémités des chromosomes
source : http://www.brown.edu/Courses/BI0105_Miller/image/telomeres.gif

Les Pôles de Recherche Nationaux (PRN)

Le **Fonds national suisse de la recherche scientifique (FNS)** est la principale institution d'encouragement de la recherche en Suisse. Sur mandat de la Confédération, il encourage toutes les disciplines scientifiques, de la philosophie à la biologie, des nanosciences à la médecine.
➥ www.snf.ch

Le programme des **Pôles de Recherche Nationaux (PRN)** est un instrument d'encouragement de la recherche financé par la Confédération et exécuté par le FNS. Les PRN ont pour but de promouvoir des projets de recherche à long terme dans des domaines d'importance stratégique vitale pour l'évolution des sciences en Suisse, pour l'économie du pays et pour la société suisse en général.

Chaque PRN est hébergé par une université ou un institut de recherche de renom (institut hôte), et est administré à partir de là. Les différents groupes de recherche du Pôle sont reliés en un réseau à travers toute la Suisse.

Les aspects suivants sont déterminants pour l'approbation d'un Pôle de Recherche. Un PRN doit:
- mener des recherches de grande qualité et de niveau international,
- activement favoriser le transfert de savoir et de technologie,
- mener des programmes d'éducation post-graduée,
- assurer la promotion des femmes dans la recherche.

www.gene-abc.ch

S'adressant aux jeunes, ce site développé par le Fonds national suisse de la recherche scientifique se veut à la fois ludique et instructif. Bien conçu, il explique les bases de la génétique et propose des fiches à télécharger ainsi qu'un quiz.

La météorologie

“ Vous, les météorologues, serez appelés à jouer, dans les affaires humaines, un rôle bien plus important que celui que vous avez tenu jusqu’ici. ”

M. Strachey, Ministre britannique, s’adressant aux directeurs des Services météorologiques nationaux, en 1946.

La météorologie est la science qui étudie l’atmosphère terrestre et les phénomènes qui s’y produisent. Le météorologue observe et analyse les 30 premiers kilomètres de l’atmosphère en contact avec la surface de la Terre : la troposphère et la stratosphère inférieure. La météorologie permet d’établir **des prévisions météorologiques** en s’appuyant sur des modèles mathématiques à court comme à long terme. Elle est également appliquée pour la prévision de **la qualité de l’air**, pour l’étude des **changements climatiques** et pour l’analyse dans plusieurs domaines de l’activité humaine.

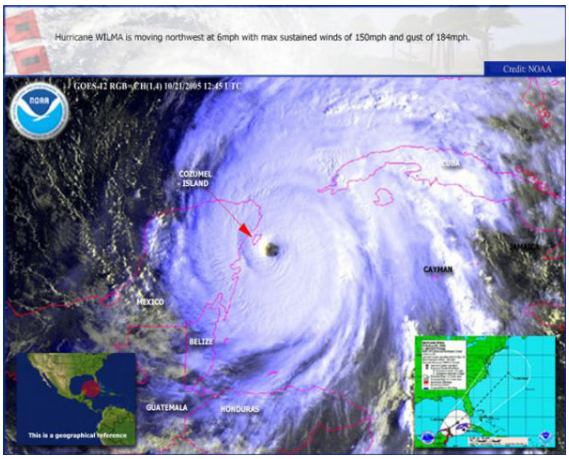


Image sattelite de l’ouragan Wilma, octobre 2005

La météorologie est **une science relativement récente**. Les premières observations scientifiques débutent, en effet, au milieu du XVIIème siècle, au moment où sont inventés les instruments de mesure nécessaires : le pluviomètre de Castelli (1639), le thermomètre de Galilée (1641), le baromètre de Torricelli (1643), l’anémomètre (vitesse du vent) et le premier hygromètre (humidité de l’air) de Hooke (1667).

Au XVIIIème siècle, le physicien anglais Hadley démontre l’effet de la rotation de la Terre sur la direction des vents, Lavoisier découvre la composition de l’air et, le 1er décembre 1783, le premier ballon explore l’atmosphère (il atteint 3’400 mètres d’altitude). En 1899, **trois ballons-sondes lancés depuis Trappes (France) atteignent 13’000 mètres d’altitude et permettent d’identifier la stratosphère**. Parallèlement, les Etats européens commencent à collaborer pour l’établissement de données météorologiques.

Les débuts de la coopération météorologique internationale

Le 14 novembre 1854, une violente tempête provoque le naufrage de 41 navires français en mer Noire, durant la guerre de Crimée. Cette tempête avait traversé toute l’Europe de l’Ouest, mais personne ne fut en mesure de signaler, ni de prévenir le danger. Face à ce constat, **Urbain Le Verrier**, directeur de l’Observatoire Météorologique de Paris, décida de mettre en place un vaste réseau de stations météorologiques couvrant l’ensemble de l’Europe, mettant d’ailleurs à profit l’innovation technologique que représentait le récent télégraphe électrique. Dès 1865, 59 observatoires, répartis sur l’ensemble de l’Europe, participaient à ce réseau. La création du « Service météorologique international » représente donc la première collaboration scientifique internationale dans le domaine météorologique.

A partir des années 1950, le perfectionnement des instruments de base et l’invention de nouveaux moyens d’investigation (radars, avions, fusées, satellites artificiels) ont permis d’acquérir une connaissance de plus en plus précise des phénomènes atmosphériques. Dans la mesure où la météorologie exige l’observation simultanée en un très grand nombre de points de la planète, ainsi que la collecte et le regroupement des données pour leur traitement et leur analyse, le développement de cette science a également été de pair avec l’essor des moyens de transmission (du télégraphe aux télécommunications par satellites en passant par la radio et le téléphone). Tout au long du XXème siècle, la coopération internationale s’organise et en 1950, l’**Organisation Météorologique Mondiale (OMM)** est créée à Genève.

Le travail de l'Organisation Météorologique Mondiale

L'Organisation Météorologique Mondiale (OMM), créée en 1950, compte 187 membres. **L'OMM est l'organisme intergouvernemental qui fait autorité pour les questions relatives au temps, au climat et aux ressources en eau de la planète**. Elle diffuse des informations scientifiques et des prévisions sur l'atmosphère terrestre, son interaction avec les océans, le climat et la répartition des ressources en eau. L'organisation facilite la coopération internationale en constituant un réseau de stations d'observation météorologique, hydrologique et géophysique. Elle encourage l'échange rapide et libre de données météorologiques, la normalisation des observations, ainsi que la publication uniforme des observations et des statistiques. Elle se concentre sur les programmes suivants :

Le bâtiment, construit en 1999, qui abrite le siège de l'OMM

- la **Veille Météorologique Mondiale**,
- le Programme climatologique mondial,
- le Programme consacré à la recherche atmosphérique et à l'environnement,
- le Programme des applications météorologiques,
- le Programme d'hydrologie et de mise en valeur des ressources en eau,
- le Programme d'enseignement et de formation professionnelle,
- le Programme de coopération technique (notamment le Programme pour les pays les moins avancés),
- les Programmes régionaux,
- le Programme de l'espace,
- le Programme de limitation et de prévention des catastrophes naturelles.

Veille Météorologique Mondiale

La **Veille Météorologique Mondiale** (VMM) est la pierre angulaire des activités de l'Organisation et constitue un système permanent et planétaire de surveillance en temps réel des phénomènes atmosphériques affectant les activités humaines. Les systèmes fondamentaux de la VMM sont :

- Le **Système Mondial d'Observation** (SMO) permet la conduite d'observations et la collecte d'informations météorologiques, climatologiques et hydrologiques dans toutes les régions du monde. Par l'intermédiaire de ce système, des données sont recueillies à partir quatre satellites à défilement, cinq satellites géostationnaires, environ 10 000 stations terrestres d'observation, 7000 stations sur navires et 300 bouées ancrées et dérivantes dotées de stations météorologiques automatiques ;
- Le **Système Mondial de Télécommunication** (SMT) composé de toutes les liaisons et moyens de diffusion mis en œuvre par les Membres pour échanger leurs informations (chaque jour, plus de 50'000 messages d'observation météorologique et plusieurs milliers de cartes et de produits numériques sont diffusés par le SMT) ;
- Le **Système Mondial de Traitement des Données** (SMTD) composé des différents Centres Météorologiques Nationaux, (sous-) Régionaux et Mondiaux exploités par les Membres.

Chaque jour, des liaisons à grande vitesse transmettent plus de 15 millions de caractères et au moins 2'000 cartes du temps par l'intermédiaire de trois centres météorologiques mondiaux, de 35 centres régionaux et de 183 centres nationaux qui coopèrent à l'établissement d'analyses et de prévisions météorologiques au moyen de techniques élaborées. Ainsi, navires, aéronefs, chercheurs, spécialistes de la pollution atmosphérique ou de l'évolution du climat, médias et grand public, sont en permanence alimentés en données récentes. C'est par l'intermédiaire de l'OMM que sont conclus des accords internationaux complexes sur les normes, les codes, les mesures et les télécommunications.

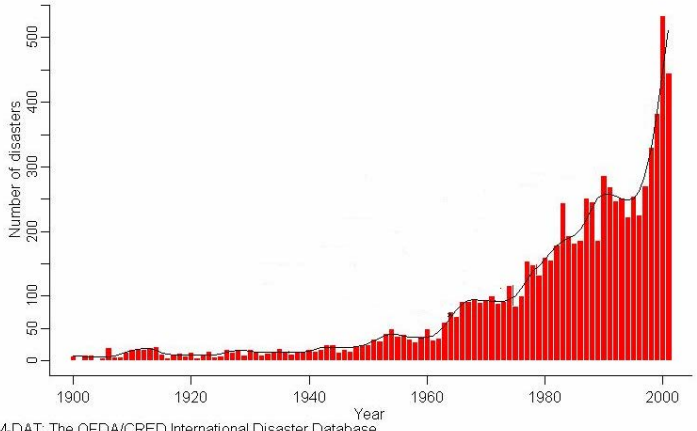
En 1988, l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) et le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) ont créé le **Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat** (GIEC ou IPCC en anglais). Celui-ci a pour mission d'évaluer l'état des connaissances scientifiques, techniques et socio-économiques sur les causes et les conséquences des changements climatiques à l'échelle mondiale et publie périodiquement des rapports à ce sujet. De nombreux scientifiques participent à la rédaction de chaque rapport afin de proposer aux gouvernements un texte qui ait l'approbation de la communauté scientifique. Depuis 1988, le Groupe d'experts a publié 4 rapports, le dernier ayant été publié en 2007. En février 2007, cinq cents experts se sont réunis à Paris pour finaliser le plus important rapport scientifique sur le réchauffement. Les rapports du GIEC disposent d'une solide réputation, caractérisée par une grande objectivité et des principes scientifiques de très haut niveau.

Hormis le GIEC, l'OMM coopère avec le PNUE sur le Protocole de Montréal sur les substances qui appauvrissent la couche d'ozone.

La prévision/prévention des catastrophes naturelles

De tout temps, l'homme a été confronté à de terribles catastrophes naturelles. L'éruption du Vésuve à Pompéi, le 24 août 79 ap. J.-C. , qui a entièrement enseveli la ville et ses habitants, représente certainement l'une des plus anciennes et des plus connues d'entre elles. Cependant, comme l'illustre le graphique ci-contre, **depuis les années 1940, nous assistons à une augmentation affolante du nombre de catastrophes naturelles**. La croissance démographique, le développement urbain, la dégradation de l'environnement et le réchauffement climatique sont autant de facteurs multipliant l'occurrence des catastrophes.

Evolution du nombre de catastrophes naturelles depuis 1900



EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database (http://www.cred.be)

Source: http://www.wmo.int/wmd/

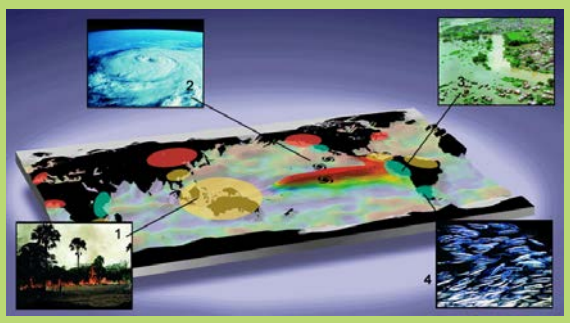
Parmi les années les plus noires de l'histoire, 2005 se démarque tristement : au total, **360 catastrophes** ont frappé la planète l'année dernière et ont coûté la vie à plus de 90'000 personnes. Aujourd'hui, près de 90 % des catastrophes naturelles sont liées aux dangers météorologiques, climatiques et hydrologiques. Ainsi, par exemple, on sait que de très légères modifications du temps peuvent entraîner de terribles sécheresses, détruire des récoltes entières, provoquer de gigantesques incendies de forêts, décimer des populations et supprimer les moyens de subsistance dans d'immenses régions, ruinant l'économie et anéantissant des décennies de développement. Pour caractériser ce phénomène, on parle généralement de l'**effet papillon**.

L'effet papillon

Une image est célèbre pour symboliser l'effet papillon : « un battement d'aile de papillon à Paris peut provoquer quelques semaines plus tard une tempête sur New York ». C'est le météorologue américain Edward Lorenz qui a, en 1963, mis en lumière ce phénomène. Il a découvert que, dans les systèmes météorologiques, une infime variation d'un élément peut s'amplifier progressivement jusqu'à provoquer d'énormes changements. L'effet papillon explique pourquoi les météorologues ne peuvent pas prédire l'évolution du temps au-delà de quelques jours.

El Niño est un phénomène climatique de nature exceptionnelle se formant de part et d'autre de l'équateur dans l'océan Pacifique. Il se caractérise par un réchauffement plus ou moins régulier des eaux de surface de l'océan Pacifique, ayant de nombreuses répercussions sur le climat terrestre de plusieurs régions du monde, notamment l'Amérique du Sud et l'Asie. Le nom El Niño, signifiant en espagnol « l'enfant », fait référence à l'Enfant Jésus, car ce courant apparaît pendant la période de Noël. El Niño est apparu à vingt reprises au cours du XXème siècle, toutefois les perturbations les plus sévères ont eu lieu en 1982-1983, et en 1997-1998. Ainsi, en 1998, en raison d'El Niño, la sécheresse a affecté l'Indonésie et la Papouasie-Nouvelle-Guinée, des précipitations et des cyclones se sont propagés vers le centre du Pacifique, des inondations ont ravagé les côtes de l'Equateur et du nord du Pérou tandis que la plupart des poissons sont morts ou ont quitté la région pour survivre, avec des conséquences très néfastes puisque l'économie de ces deux pays repose pour une large part sur la pêche.

Différentes conséquences d'El Niño à travers le monde en 1997-98

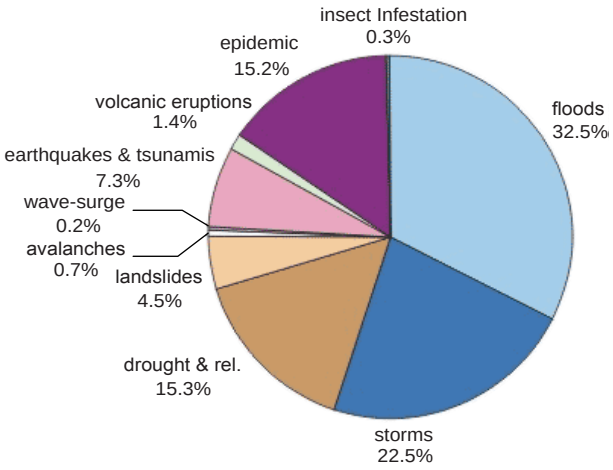


Source image : http://www.cnes.fr/html/print-_172_315_.php

Soulignons que la phase de températures élevées en cours, mesurable depuis les années 1990, et la fréquence élevée des ouragans enregistrée récemment ne laissent guère espérer que la tendance se renverse prochainement.

Comme l'illustre le graphique ci-contre, les catastrophes naturelles les plus fréquentes sont **les inondations** (32,5 %), devant **les tempêtes** (22,5 %) et **les sécheresses** (15,3 %). Il faut cependant noter que certaines catastrophes plus rares, à l'image notamment des tsunamis, peuvent causer davantage de pertes humaines. Ainsi, le tsunami qui ravagea l'Asie du Sud Est en décembre 2004 provoqua la mort de plus de 250'000 personnes.

Types et pourcentages de catastrophes naturelles survenues dans le monde entre 1994 et 2003



Source : http://www.notre-planete.info/geographie/risques_naturels/catastrophes_naturelles.php

En août 2005, des inondations sans précédent touchent le canton de Berne et la région du lac des Quatre Cantons. L'Aar quitte son lit et provoque de vastes dommages dans le canton de Berne. La ville de Brienz a même dû évacuer 400 résidents. Ci-dessous, un stade de foot inondé à Thun.

Pour faire face aux catastrophes naturelles et prendre les dispositions susceptibles d'atténuer leurs effets dévastateurs, différentes organisations météorologiques s'appuient sur des services de prévision et d'alerte rapide ainsi que sur l'apport de données et de renseignements. Parmi ces organisations, la plus importante est **l'Organisation Météorologique Mondiale** (OMM).

Pour l'OMM, la **prévention des catastrophes naturelles** et l'atténuation de leurs effets représentent une priorité absolue. Dans le cadre de la mise en œuvre de **la Déclaration du Millénaire**, l'OMM s'emploie à promouvoir une « culture de la prévention », et a pour ambition de réduire de moitié, entre 2010 et 2019, le nombre de victimes de catastrophes naturelles d'origine météorologique, hydrologique ou climatique par rapport à la décennie 1995-2004.

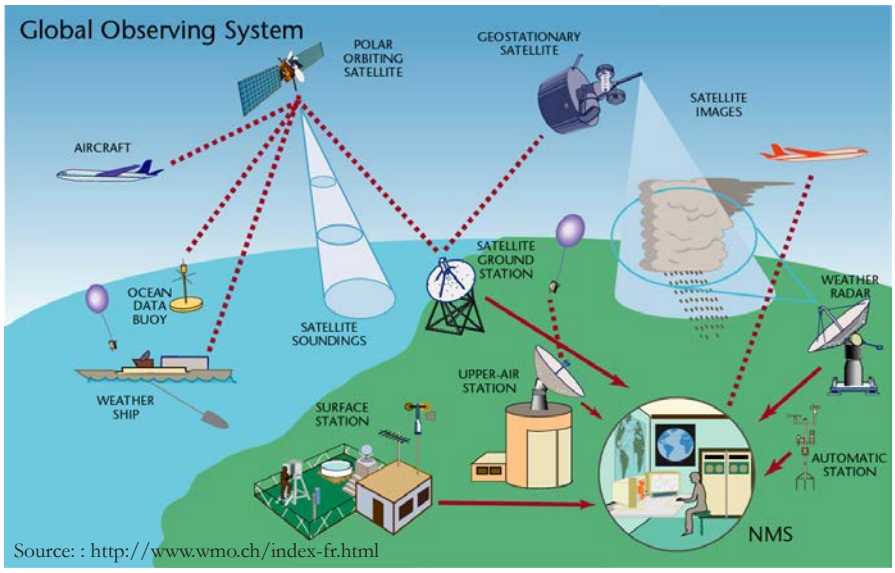
Pour ce faire, les différents centres de l'OMM, et notamment ses trois centres météorologiques mondiaux (CMM) et ses 40 centres météorologiques régionaux spécialisés (CMRS), fournissent à toutes les nations l'infrastructure opérationnelle. Elles en ont besoin pour observer, détecter, modéliser, prévoir et annoncer à l'avance toute une série de dangers, depuis des phénomènes brefs et violents à petite échelle tels que les tornades ou les crues éclair jusqu'à des phénomènes à grande échelle tels que les sécheresses.

Diffusées par les Services météorologiques et hydrologiques nationaux (SMHN), **les alertes rapides donnent aux populations concernées le temps de se préparer et de se protéger**. Ainsi, selon le Secrétaire général de l'OMM, M. Michel Jarraud : « De 1980 à 2005, plus de 7'000 catastrophes naturelles survenues dans le monde entier ont fait près de deux millions de victimes et entraîné des pertes économiques se chiffrant à plus de 1'000 milliards de dollars. On relèvera toutefois que si le nombre de catastrophes a été multiplié par quatre durant cette période, le nombre de décès qui leur sont imputables a diminué de près de deux tiers. Ce résultat encourageant est dû à plusieurs facteurs, notamment à la mise en place de chaînes d'alerte sans maillon faible pour bon nombre de dangers naturels. »

L'exemple du Bangladesh

Dans ce pays, la mise en place d'un système d'alerte rapide, l'amélioration de la prévision des cyclones tropicaux, la diffusion d'avis et les campagnes d'information et de sensibilisation s'adressant aux populations vulnérables ont permis de diminuer drastiquement le nombre de victimes. Ainsi, alors qu'en 1970, un terrible cyclone provoquait la disparition de plus de 300'000 Bangladais, en 1995 un cyclone d'intensité comparable n'a provoqué "que" 200 victimes (mais près de 500'000 sinistrés). C'est le résultat direct d'une meilleure préparation du pays et l'exemple convaincant de l'utilité des politiques de prévention des catastrophes d'origine naturelle.

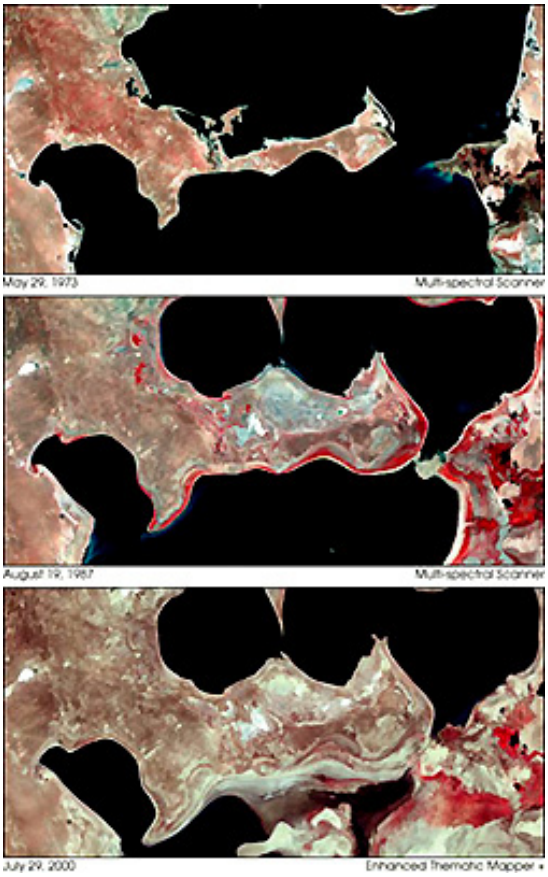
Les prévisions météorologiques de l'OMM sont possibles grâce à **un matériel technologique pour le moins conséquent**. Son système mondial d'observation (GOS) regroupe en effet six satellites géostationnaires, cinq satellites polaires, 3'000 avions, 7'300 navires, 1'250 bouées dérivantes, 11'000 stations terrestres et 500 radars. Grâce aux nombreuses données récoltées, près de 30'000 bulletins et 2'000 cartes météorologiques sont diffusés chaque jour par l'intermédiaire du système mondial de télécommunications (SMT), fonctionnant 24 heures sur 24 et reliant tous les pays et territoires entre eux.



Système d'observation global de l'OMM

Après les catastrophes naturelles : le rôle de l'agence des Nations Unies pour l'imagerie satellite (UNOSAT)

Si l'OMM peut effectivement prévoir la plus grande partie des catastrophes, il est cependant impossible d'éviter qu'elles se produisent.



source image : http://rst.gsfc.nasa.gov/Sect14/Sect14_15.html

L'**UNOSAT** est un programme de l'UNITAR qui regroupe des acteurs du secteur public international, du secteur privé et de la communauté scientifique. Son but est d'apporter une aide concrète, rapide et facilement accessible aux autorités locales, aux chefs de projets et au personnel humanitaire confrontés à des catastrophes naturelles, à la prévention des risques, au maintien de la paix, à la reconstruction après un conflit et au développement durable. L'UNOSAT fournit des **images satellites** et des **spatiocartes**, c'est-à-dire des cartes thématiques issues des images satellitaires.

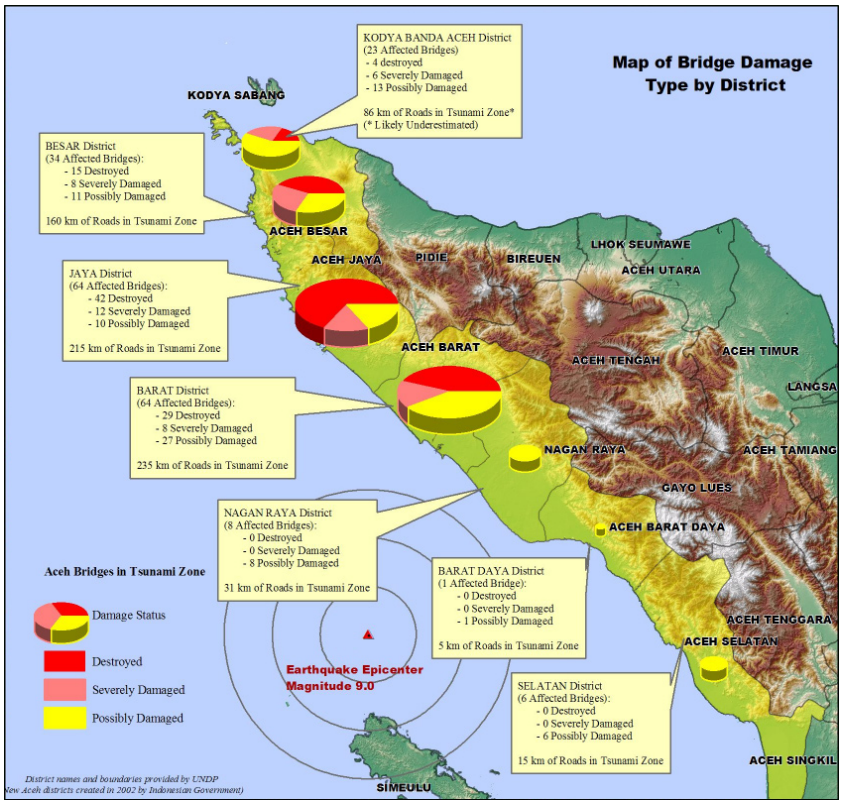
Lors de grandes catastrophes naturelles, le site Internet de l'UNOSAT s'affirme comme une source cruciale d'informations pour les organisations humanitaires : les dizaines d'images satellites et les spatiocartes leur permettent, en effet, de mieux planifier leurs actions sur le terrain.

Images satellites de la mer d'Aral en 1973, 1987 et 2000.

Dans les années 1960, la mer d'Aral, située entre le Kazakhstan et l'Ouzbékistan, était l'un des quatre plus grands lacs salés du monde. La mer a depuis perdu 80 % de son volume d'eau en raison de l'irrigation intensive des cultures cotonnières.

Le rôle décisif de l'UNOSAT en cas de catastrophes peut également être illustré par son action **lors du terrible tsunami** qui frappa l'Asie du Sud-Est le dimanche 26 décembre 2004.

La première décision de l'UNOSAT a été de déclencher la charte internationale « Espace et catastrophes majeures » qui permet de pointer les satellites appartenant à plusieurs grandes organisations spatiales vers des sites spécifiques. Les zones clés – Phuket (Thaïlande), Banda Aceh (Indonésie) et les Maldives – ont été rapidement délimitées. Parallèlement, l'UNOSAT a établit, sur la base d'archives, de nombreuses cartes qui permirent aux experts d'évaluer les zones de dégâts les plus probables. Ces cartes ont pu être téléchargées depuis le site web de l'UNOSAT dès le mardi matin. Les organisations humanitaires ont immédiatement mis ces informations à profit pour planifier leurs activités. Les jours suivants, l'UNOSAT a publié sur son site 50 cartes détaillées des côtes après le tsunami, obtenues grâce à 13 satellites. Au total, l'UNOSAT a produit et mis à disposition **plus de 640 cartes**.



Carte thématique produite par l'UNOSAT à partir d'images satellites. Elle met en évidence les dommages causés par le tsunami sur les ponts et les routes de la côte ouest de la province d'Aceh, située au Nord Est de l'île de Sumatra, en Indonésie.

Les inondations saisonnières en Afrique de l'Ouest affectent actuellement (2009) plus de 350'000 personnes. Avec des inondations annoncées en Mauritanie, au Niger, au Sénégal, au Burkina Faso, au Bénin, au Ghana, en Sierra Leone, au Mali, au Libéria et en Guinée, l'UNOSAT soutient des agences telle que l'UNICEF grâce à l'analyse des images satellites. L'utilisation d'images satellites à différentes dates permet de contrôler l'évolution des inondations et d'observer les derniers développements sur le terrain.

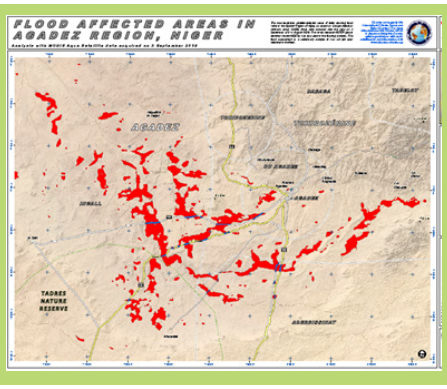


Image satellite des flots au Niger : zones inondées en rouge

source : http://www.unitar.org/fr/node/705

Images satellites des camps permettant de connaître le nombre de personnes déplacées. Les tentes sont marquées d'un point noir.

source : http://www.unitar.org/fr/node/752

L'UNOSAT peut également utiliser ses compétences **dans d'autres domaines**. Ainsi par exemple, en novembre 2009, l'organisation a publié un rapport afin de venir en aide aux personnes déplacées au Yémen, où les combats entre les troupes gouvernementales et les rebelles se sont accentués depuis le mois d'août 2009. On estime à 150'000 le nombre de déplacés à cause de ce conflit, qui à présent vivent dans des camps ou dans des familles d'accueil. Selon les observateurs, il y aurait encore beaucoup de gens piégés dans la zone des combats.

Le rapport d'analyse des camps de réfugiés de Sa'adah est basé sur les images satellites de haute résolution acquises en octobre 2009. Les analyses seront mises à jour lorsque l'UNOSAT recevra de nouvelles images satellites. Le décompte des personnes déplacées a pu être obtenu grâce à une méthode qui consiste à détecter automatiquement le nombre de tentes dans les camps. Ce rapport est accessible sur Internet à l'adresse suivante :

http://unosat.web.cern.ch/unosat/freeproducts/Yemen/Saadah/20091003/UNOSAT_YEM_Saadah_IDP_Report_3Oct09_LR_v1.pdf.

De telles informations et analyses permettent aux agences des Nations Unies et aux ONG de mieux se préparer face à ce genre de crise humanitaire. Ainsi, il est possible d'aider à la localisation des ressources en eau souterraines et de suggérer les meilleurs emplacements pour l'établissement de camps de réfugiés.

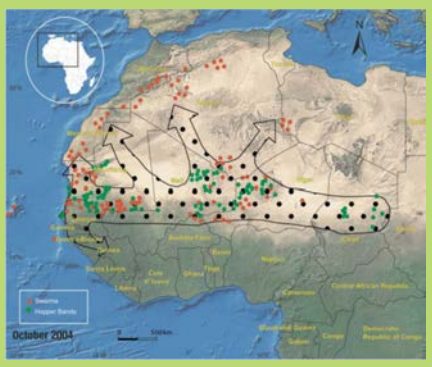
L'utilisation des données météorologiques dans la lutte contre certains fléaux

Les données météorologiques peuvent jouer un rôle important dans d'autres domaines que la prévention des catastrophes. Pour vous en donner un aperçu, nous vous présentons deux d'entre eux.

La lutte antiacridienne

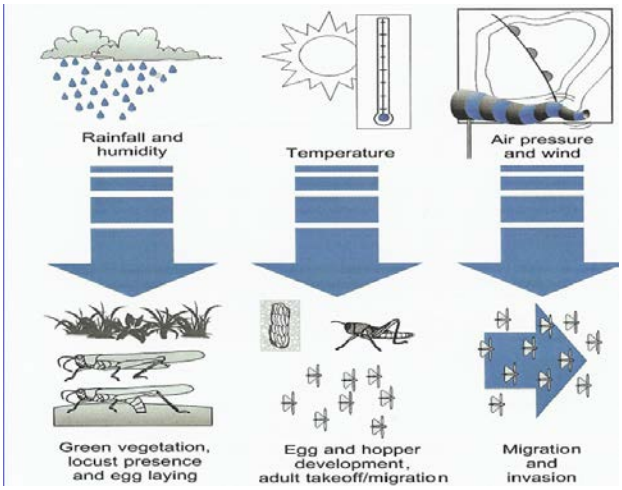
Les **criquets migrateurs**, également appelés locustes, représentent l'un des pires fléaux naturels. Répandus dans les régions désertiques de l'Afrique, de l'Asie et de l'Amérique, les locustes, s'ils se reproduisent trop rapidement et de façon disproportionnée par rapport aux ressources alimentaires disponibles, migrent. Véritables pèlerins, les criquets peuvent se déplacer de 200 kilomètres par jour en se laissant porter par les vents. Les essaims peuvent voler à une altitude de 1'500 mètres et profiter de puissants courants aériens pour couvrir d'immenses distances. Ils finissent par s'installer dans des cultures par immenses nuées et dévorent très rapidement la totalité de la végétation : une tonne de criquets – soit une petite fraction seulement d'un essaim moyen qui se compose de millions d'insectes – **dévore par jour la même quantité de nourriture que 2'500 personnes** ! Des régions entières peuvent ainsi être dévastées.

En 2004, plusieurs pays d'Afrique de l'Ouest ont été victimes de la plus terrible invasion de criquets pèlerins depuis quinze ans. Des millions d'hectares de terres agricoles et de pâturages ont été ravagés. Au mois d'octobre, dix pays d'Afrique de l'Ouest et du Nord étaient affectés : l'Algérie, le Burkina Faso, le Cap Vert, le Mali, le Maroc, la Mauritanie, le Niger, le Sahara Occidental, le Sénégal et le Tchad. La famine a frappé de plein fouet les zones les plus déshéritées : un tiers des populations mauritanienne et nigérienne, soit 4,8 millions de personnes, ont été exposées à la famine. En Mauritanie et au Mali, un enfant de moins de cinq ans sur trois a souffert de malnutrition. Au Niger, 350'000 enfants de moins de cinq ans ont été menacés de malnutrition grave.



Mouvement de migration des criquets pèlerins et pays touchés en octobre 2004

Source : FSO Desert locust information service 2004 in GEO Annuaire 2004/2005, PNUE



Source image : WAMIS, http://www.wamis.org/agm/meetings/milc/Sivakumar.pps#289,4,Hence different meteorological parameters must be measured at different stages

Depuis octobre 2004, l'OMM s'est proposée de constituer **une base de données météorologique utile à la lutte antiacridienne** afin de faciliter la description détaillée des conditions météorologiques favorables aux différentes phases de sa vie et de rendre ainsi plus efficace les opérations de lutte contre ce fléau. En effet, dans chacune des phases de son cycle de vie, le criquet migrateur doit bénéficier de conditions météorologiques optimales pour passer de l'état solitaire à l'état grégaire et causer ainsi des dégâts sur une grande échelle. Ces recherches devraient permettre d'anticiper la reproduction et le déplacement des criquets.

Les experts de l'OMM ont par exemple montré que le taux de développement des larves est fonction de la température du sol, et qu'en surveillant cette température il était possible de déterminer le moment où les larves mutaient. Grâce aux données des experts météorologiques, on sait avec précision : à quel moment la reproduction des criquets se produira, à quel moment la prochaine génération de criquet sera capable de voler et finalement, où et quand la prochaine génération atteindra des endroits qu'elle risque d'envahir. Gageons que cette nouvelle utilisation des données météorologiques permettra, dans le futur, d'éviter dans le meilleur des cas, de mieux se préparer au minimum, à ces invasions dévastatrices.

Les épidémies : le cas du paludisme

Lors de la **Journée mondiale de la santé** qui s'est tenue à Genève entre le 2 et le 7 avril 2006, le secrétaire général de l'OMM a affirmé que les informations météorologiques, climatologiques et hydrologiques pouvaient jouer un rôle clé dans la prise en charge par les organisations humanitaires et le personnel de santé des maladies infectieuses pour lesquelles le climat, le temps et l'eau sont des facteurs importants (méningite, choléra, paludisme, …). Dans cette optique, les climatologues, experts de la santé et météorologues présents se sont engagés à mettre sur pied **un système d'alerte précoce et d'intervention pour l'Afrique de l'Ouest**.

Le paludisme représente, avec le sida et la tuberculose, l'une des trois principales causes de mortalité d'origine infectieuse. Selon l'OMS, le paludisme touche entre 300 et 500 millions de personnes dans le monde, dont 90 % en Afrique subsaharienne.

Les conditions climatiques régionales agissent à la fois sur le développement du parasite du paludisme et sur le comportement du moustique qui en est le vecteur. Or, « les modèles de climat ont permis aux chercheurs de prévoir avec plus de précision où et quand les flambées de paludisme risquent de se produire ».

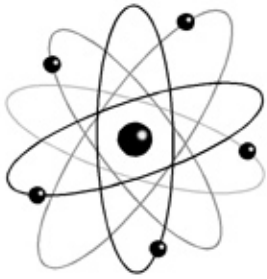
les pays à risque
les pays « sûrs »

Ce système d'alerte précoce reposera sur plusieurs mesures :

- Transmission plus rapide des informations météorologiques aux agents de santé travaillant sur le terrain ;
- Partage des moyens de communication pour l'échange de ces données ;
- Accélération du transfert des connaissances scientifiques afin d'améliorer les outils d'aide ;
- Mise sur pied d'un programme de formation commun pour les météorologues et les médecins afin de renforcer le dialogue interdisciplinaire.

La prévision et l'alerte précoce pourraient ainsi **faciliter la préparation locale** et permettre aux autorités ainsi qu'aux instances de secours d'utiliser, en temps voulu, des moyens de lutte efficaces pour prévenir une mortalité excessive. Il s'agit principalement d'identifier les zones où les ressources, telles que des moustiquaires et des médicaments antipaludéens, doivent être déployés massivement. Ici aussi, gageons que cette nouvelle utilisation des données météorologiques aura des conséquences importantes sur les régions touchées.

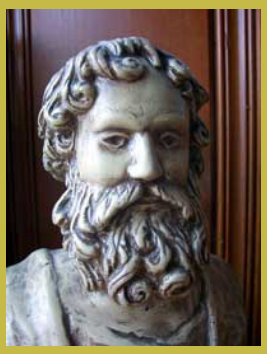
La physique



La physique peut être définie comme « la science qui étudie, par l'expérimentation et par le développement de concepts et de théories, les propriétés fondamentales de la **matière**, de l'**énergie**, de l'**espace** et du **temps** ».
La physique présente deux grands volets : d'une part la physique fondamentale, dont le but est de comprendre les phénomènes physiques et de développer les connaissances que nous avons de la nature ; d'autre part la physique appliquée, que l'on appelle ainsi à partir du moment où l'objet d'étude est parfaitement déterminé, précis et concret.

Les questionnements physiques sont très anciens puisque durant l'Antiquité les hommes s'intéressaient déjà au comportement de la matière et s'interrogeaient sur les caractéristiques de l'univers. Des questions comme « pourquoi les objets sans support tombent-ils par terre ? » ou « quelle est la forme de la Terre ? » occupaient les grands savants de la Grèce Antique. Parmi ceux-ci, nous pouvons citer Ératosthène, Hipparque, Ptolémée, Démocrite ou encore Archimède.

Archimède (287 av. J.-C.- 212 av. J.-C.) et son « Eurêka ! »



Source image: http://www.ugis.it/pic/archimede.jpg

Archimède est certainement l'un des plus célèbres « physiciens » de la Grèce Antique. La légende veut qu'un jour le roi de Syracuse (Hiéron II) demanda à Archimède de trouver un moyen de vérifier si la couronne qu'il venait de se faire fabriquer était réellement faite d'or pur. Archimède chercha inlassablement un moyen de mesurer ceci, mais en vain. Jusqu'au jour où, en se plongeant dans une baignoire pleine, il constata que celle-ci débordait. Il s'exclama alors: « Eurêka ! Eurêka ! » (j'ai trouvé, j'ai trouvé !), sauta hors de son bain et courut tout nu dans les rues pour annoncer sa découverte. Il allait pouvoir mesurer le volume de la couronne et celui de l'or par déplacement d'eau. Il mit donc dans un récipient rempli d'eau jusqu'à ras bord un poids d'or égal à celui de la couronne. Ensuite, il mit à sa place la couronne suspecte. Comme l'eau déborda, il put en déduire que la couronne n'était pas faite que d'or et qu'elle contenait de l'argent qui pour un même volume a une masse plus faible que l'or. Il découvrit ainsi un principe fondamental de l'hydrostatique, communément appelé « principe d'Archimède ».

La physique classique

La physique au sens moderne du terme naît véritablement au XVIIème siècle grâce aux formidables apports (vus plus haut) de Copernic et de Galilée en astronomie et d'Isaac Newton en mécanique. On appelle ainsi physique classique **l'ensemble des théories validées entre le XVIIème siècle et la fin du XIXème siècle**.

Parmi les grandes théories de la physique classique, citons notamment :

- **L'électrostatique** qui est l'étude des charges électriques immobiles et de leur interaction**.** En 1752, l'Américain **Benjamin Franklin** (1706-1790) invente le paratonnerre et établit la nature électrique de la foudre. En 1785, le Français **Charles de Coulomb** (1736-1806) énonce les premières lois expérimentales et théoriques de l'électricité : il est le premier à montrer expérimentalement que les charges électriques s'attirent ou se repoussent suivant une loi où intervient l'inverse du carré de la distance entre les charges.
- **Les premières théories atomiques** : le concept moderne d'atome est proposé par le chimiste et physicien **John Dalton** (1766-1844) en 1808, tandis que la notion de molécule est précisée par le physicien italien **Amedeo Avogadro** (1776-1856) en 1811, lorsqu'il publie ses travaux sur la théorie moléculaire des gaz.
- **L'électromagnétisme** est l'étude de l'ensemble des phénomènes électriques et magnétiques. Le lien entre l'électricité et le magnétisme est fait en 1873 par le physicien écossais **James Clerk Maxwell** (1831-1879) qui découvre ses quatres équations fondamentales. La nature électromagnétique de la lumière est alors établie. C'est une véritable révolution dans l'histoire de la physique : la lumière est une onde électromagnétique, qui naît des variations dans le temps et l'espace des champs électriques et magnétiques.
- **La thermodynamique :** cette théorie relie les concepts, jusque-là imprécis, de chaleur et de température à ceux, purement mécaniques, de travail et d'énergie. La thermodynamique étudie donc les transformations de la matière et de l'énergie des systèmes macroscopiques, c'est à dire visibles à l'oeil nu. La première relation entre la chaleur et les autres formes d'énergie est observée en 1798 par le physicien américain **Benjamin Rumford Thompson** (1753-1814) qui remarque que la chaleur produite par le forage des pièces d'artillerie est proportionnelle au travail fourni.

- **La mécanique statistique** : développée au XIXème siècle par l'Ecossais **James Clerk Maxwell**, l'Autrichien **Ludwig Boltzmann** (1844-1906) et l'Américain **Josiah Gibbs** (1839-1903), elle vise à expliquer les propriétés macroscopiques des corps au moyen d'une étude statistique des caractéristiques (position, mouvement, vitesse, énergie) de leurs constituants microscopiques (atomes, molécules, etc.).

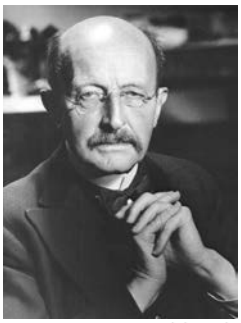
Vers 1880, la physique atteint un état de maturité : la plupart des phénomènes connus peuvent s'expliquer par la mécanique newtonienne, la théorie électromagnétique de Maxwell, la mécanique statistique de Boltzmann et la thermodynamique. Seules quelques données ou phénomènes demeurent inexpliqués, comme la forme des spectres des solides et des gaz, ou la nature de l'éther, substance censée occuper tout l'espace et transmettre les ondes électromagnétiques. Cependant, une série de découvertes remarquables au cours des dix dernières années du XIXème siècle vient remettre en question les bases de la physique classique : **l'effet photoélectrique** par Heinrich Hertz en 1887, **la nature électronique des rayons cathodiques** par Jean Perrin, **les rayons X** par Wilhelm Röntgen en 1895, et la **radioactivité** par Henri Becquerel en 1896. Pour donner une interprétation cohérente à ces découvertes, il devient nécessaire d'introduire des concepts radicalement différents de ceux de la physique classique. Ces résultats expérimentaux annoncent donc le développement de nouvelles théories au début du XXème siècle et la naissance de la physique quantique.

La radioactivité

La radioactivité peut être définie comme la propriété de certains noyaux atomiques instables de se désintégrer spontanément en émettant des particules subatomiques appelées particules alpha ou particules bêta, et/ ou des rayonnements électromagnétiques appelés rayons X et rayons gamma.
Ce phénomène a été découvert sur l'uranium en 1896 par le physicien français Henri Becquerel. Il a ensuite été largement étudié par les français Pierre et Marie Curie (dès 1898) : au prix d'un travail acharné, ils découvrirent deux nouveaux élément radioactifs, le polonium et le radium. En 1903, les trois physiciens reçurent le prix Nobel de physique pour ces découvertes.
La radioactivité fut rapidement reconnue comme la plus importante source d'énergie connue. Dès 1901, elle est également utilisée en médecine et principalement dans le traitement des cancers : les rayonnements radioactifs, de par l'énergie qu'ils émettent, parviennent en effet à détruire les cellules cancéreuses. Après l'Institut du Radium (1909), la Fondation Curie est crée en 1920: elle devient un établissement de soins et de recherche spécialisé dans la lutte contre le cancer et de soins par radiothérapie.

La physique quantique

Max Planck (1858-1947), le père de la physique quantique



$\hbar = h/(2\pi)$

La physique quantique (ou « physique des quanta ») peut être définie comme l'ensemble des lois physiques s'appliquant à l'échelle de l'infiniment petit. Sa naissance remonte au 14 décembre 1900, jour où le physicien allemand **Max Planck** présenta son célèbre article sur le rayonnement du corps noir. Selon cet article, les échanges d'énergie entre la lumière et la matière **ne peuvent se réaliser que sous la forme de minuscules paquets discontinus** : les quanta. Planck renonce ainsi à **la loi sacrée de la continuité**, pilier de la physique classique. En 1905, Albert Einstein renforce cette théorie en prouvant l'existence des quanta et en déterminant celui qui véhicule la lumière : le photon. Soulignons que la description quantique des phénomènes n'est plus déterministe (comme l'était la physique classique) mais indéterministe : elle ne permet pas de prévoir avec exactitude les valeurs des grandeurs physiques mises en jeu.

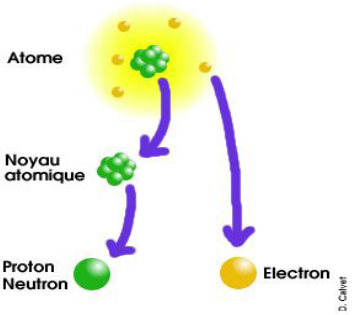
En l'espace de quelques années, la théorie quantique va devenir le fondement de toute la physique moderne. Ainsi par exemple, le modèle atomique conçu par le physicien **Niels Bohr**, publié entre 1913 et 1915, utilise la théorie quantique et la constante de Planck (le rapport entre la taille du quantum et la fréquence du rayonnement).

Depuis les années 1920, la mécanique quantique a continuellement amélioré **la compréhension de la structure de la matière** et fourni une base théorique nécessaire à la compréhension de la structure de l'atome et des phénomènes des raies spectrales. En outre, de nouveaux domaines ont vu le jour grâce à l'apport de la physique quantique : la physique du solide, la physique de la matière condensée, la supraconductivité, la physique nucléaire et la physique des particules élémentaires qui trouvent toutes une base cohérente dans la mécanique quantique.

A l'heure actuelle, des expériences telles que la téléportation quantique occupent de nombreuses équipes de chercheurs à travers le monde. La méthode permettant de téléporter des particules a vu le jour en 1992 ; en 1997, usant d'une somme d'astuces remarquables, des physiciens parvenaient à téléporter pour la première fois l'état quantique d'un photon. En 2002, des physiciens de l'Université de Genève téléportaient un photon sur 2 kilomètres et réalisaient ainsi la première téléportation longue distance de l'histoire, c'est-à-dire le premier transfert d'une propriété d'un photon sur un autre photon distant de 2 km.

La physique nucléaire

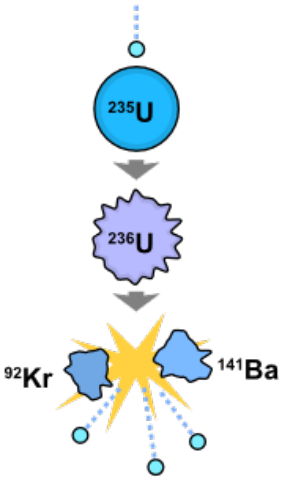
Comme son nom l'indique, la physique nucléaire est la science qui s'intéresse à l'ensemble des phénomènes physiques faisant intervenir **le noyau atomique**.
La découverte du neutron en 1932 par **James Chadwick** a fournit des informations plus précises sur la structure du noyau, ce qui permit d'expliquer le phénomène de radioactivité étudié par Pierre et Marie Curie : **la physique nucléaire était née**.
De son apparition à aujourd'hui, les physiciens ont découvert de nombreux phénomènes nucléaires et ont appliqué ces découvertes à différents domaines.



Source image : http://voyage.in2p3.fr/atome.jpg

Einstein, Oppenheimer et la bombe nucléaire

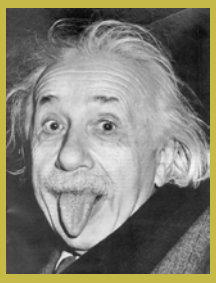
La fission nucléaire



L'une des premières applications concrètes de la physique nucléaire est la fabrication des premières bombes atomiques (bombes A). Elle puise ses origines en 1905 lorsque **Albert Einstein** démontra, dans sa théorie de la relativité, qu'il existe une équivalence mathématique entre la masse et l'énergie : $\mathbf{E = mc^2}$. Jusqu'aux années 1930, cette équation resta purement théorique. Mais les choses changèrent le jour où des physiciens se livrèrent à des expériences sur l'uranium: on s'aperçut alors que l'uranium possède le plus lourd noyau connu, qu'il a un certain nombre d'isotopes radioactifs et que leurs noyaux peuvent se désintégrer spontanément, émettant des particules alpha, des électrons et des rayons gammas. Puis, en 1938, l'allemand Otto Hahn et l'autrichienne Lise Meitner découvrirent **la fission nucléaire** : en bombardant un noyau d'uranium avec des neutrons, ils remarquèrent que le noyau s'était scindé en deux et qu'une grande quantité d'énergie avait été libérée (chaque noyau atomique libéra 2 milliards d'électrons-volts !).

La portée de cette découverte fut d'emblée mesurée : grâce à elle, il devenait possible de produire une explosion d'une intensité jamais vue, peut-être même jamais imaginée.

Albert Einstein (1879-1955)



Physicien d'origine allemande (mais accédant par la suite aux nationalités suisse et américaine), Einstein est considéré par beaucoup comme le génie du XXème siècle. Après avoir obtenu un doctorat à Zurich, il publie en 1905 quatre articles d'une importance fondamentale pour le développement de la discipline. Ils concernent l'effet photoélectrique (fonde la théorie quantique), le mouvement brownien des atomes, la relativité restreinte, complétée par sa célèbre équation : $E=mc^2$. Puis, en 1916, il publie sa fameuse théorie de la relativité générale.
Einstein est également connu pour son opposition farouche au nazisme. Ainsi par exemple, en 1939, il accepte d'écrire une lettre au président américain Franklin Roosevelt le prévenant du danger auquel le monde serait exposé si le gouvernement allemand s'engageait dans la voie de l'énergie nucléaire. Après la Guerre, Einstein plaida également en faveur du désarmement mondial.

En 1939, soit au début de la Deuxième Guerre mondiale, le président américain Franklin Roosevelt est donc informé de cette découverte scientifique majeure. Le 6 décembre 1941, le président Roosevelt lance officiellement un programme de recherche sur la fission nucléaire afin de mettre au point l'arme nucléaire : le projet Manhattan débute à Los Alamos au Nouveau Mexique et est dirigé par **le physicien américain Robert J. Oppenheimer**. Après quatre années de recherches, la première bombe atomique, Gadget, est conçue et explose, le 6 juillet 1945, en plein désert du nouveau Mexique. Un énorme champignon de fumée se forme alors, montant à plus de 15 km de haut. Certains auteurs rapportent qu'Oppenheimer s'entendit alors murmurer : « Je suis devenu la Mort, le destructeur des mondes ».

Le Général Leslie Groves, à gauche, était le chef militaire du Projet Manhattan. A droite, le Professeur Robert Oppenheimer, directeur scientifique du projet.

Le 6 août 1945, les Etats-Unis en guerre contre le Japon larguent une bombe atomique à l'uranium sur la ville japonaise d'**Hiroshima** dans le but officiel de faire capituler l'île nippone. « Little Boy » rase 12 kilomètres carrés de la ville, tue 66'000 personnes et en blesse 69'000 autres sur le coup. A terme, on estime que 260'000 personnes ont été tuées par cette terrible explosion.
Le 9 août 1945, à 11h02 du matin, une deuxième bombe atomique (au plutonium) explose au Japon, cette fois sur la ville de **Nagasaki**. La déflagration tue sur le coup 70'000 habitants de la ville et détruit le tiers de ses bâtiments.

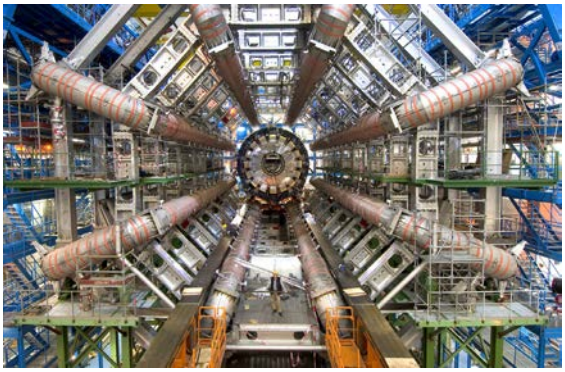
Après la Seconde Guerre mondiale, d'autres types de bombes nucléaires seront mises au point pour exploiter l'énergie d'éléments légers tel que l'hydrogène (bombe H). Dans ce type d'engins, l'énergie provient du processus de **fusion thermonucléaire**, c'est-à-dire de la réunion de plusieurs noyaux atomiques en un seul.

Photo de l'énorme champignon de fumée après l'explosion de Little Boy sur Hiroshima ▼

Source image : http://hsgm.free.fr/bombardements.htm

Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN)

Fondée en 1954, l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire, le CERN, résulte de la volonté de quelques hommes scientifiques et politiques d'unir les chercheurs de différents pays dans un laboratoire européen de physique atomique. Une première proposition officielle voit le jour en 1949, prononcée par le français Louis de Brogile, Prix Nobel de physique. Une année plus tard, les scientifiques sont autorisés à créer des laboratoires régionaux pour accroître la coopération scientifique internationale. Genève est choisie comme site de construction en 1952 et le premier accélérateur sera mis en fonction cinq ans plus tard au sein du CERN.



L'une des 4 expériences du LHC, l'Atlas. ▲

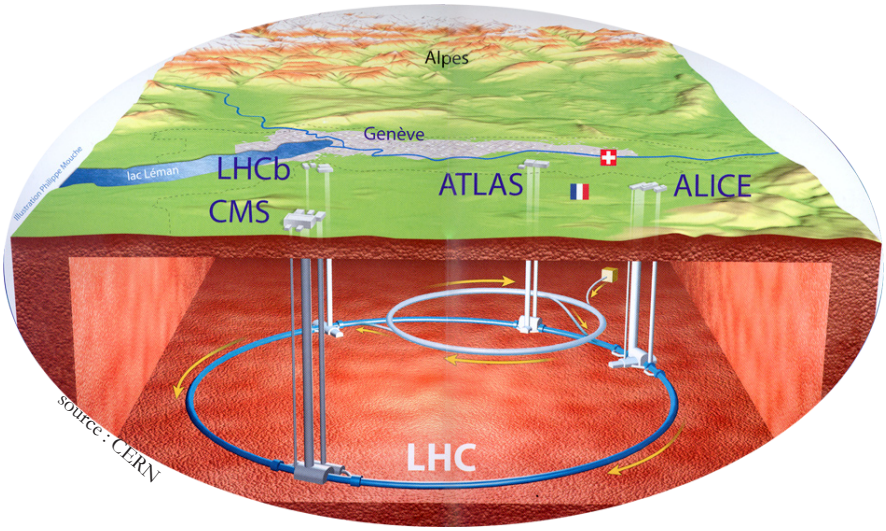
L'organisation est devenue un exemple éclatant de collaboration internationale, comptant en 2009 vingt Etats membres. Situé de part et d'autre de la frontière franco-suisse, c'est le premier centre mondial de recherche en physique des particules : à plus de 100 m sous terre, de gigantesques accélérateurs recréent les conditions d'énergie intense des premiers instants de l'univers, quelques fractions de seconde après le Big Bang. Des chercheurs viennent du monde entier pour étudier la structure de la matière et les lois fondamentales de la nature. L'année 2008 a été marquée par le démarrage de l'accélérateur à particules géant, le LHC (grand collisionneur d'hadrons), qui est le plus grand instrument scientifique et l'accélérateur le plus puissant du monde. Pour mener à bien son travail, le CERN rassemble près de 7'000 scientifiques de plus de 80 pays.

Grâce à ces installations, les scientifiques du CERN ont fait de nombreuses découvertes et ont reçu de prestigieuses distinctions. Ainsi par exemple, les physiciens Carlo Rubbia et Simon van der Meer reçurent, en 1984, le prix Nobel de physique pour la découverte des particules subatomiques W et Z (les bosons). En 1992, le chercheur au CERN et physicien français Georges Charpak reçoit le prix Nobel de physique pour son invention d'un nouveau type de détecteur de particules : la chambre proportionnelle multifils qui permet de reconstituer en temps réel la trajectoire d'une particule élémentaire.

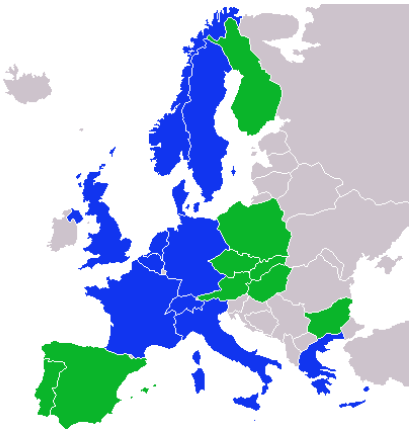
Le développement de la recherche sur les particules ne concerne pas uniquement la recherche fondamentale. Elle a, en effet, de nombreuses autres applications, parmi lesquelles : des applications industrielles comme l'incinération des déchets nucléaires, la production d'énergie et la stérilisation (alimentation, médecine, déchets biologiques,…) ; des applications informatiques avec la mise au point du world wide web ; et de nombreuses applications médicales qui ont donné naissance à une nouvelle discipline : la physique médicale.

En 1989, un informaticien britannique du CERN, Tim Berners-Lee, cherche un moyen de permettre à ses collègues physiciens travaillant dans différentes universités et instituts à travers le monde d'échanger rapidement des données et des images. L'idée de base de Tim Berners-Lee est de combiner les technologies des ordinateurs personnels, des réseaux informatiques et de l'hypertexte en un système d'information global, puissant et facile à utiliser.

Vue d'ensemble du CERN ▼



Fondé en 1954, le Laboratoire a été l'une des premières entreprises communes à l'échelle européenne et il compte maintenant 20 États membres. ▼



Bleu : Pays fondateur
Vert : Pays ayant rejoint le CERN plus tard

Le CERN et la recherche actuelle sur les particules

Depuis les années 1940 et grâce notamment au développement de l'électronique, la recherche sur les particules a beaucoup progressé. Le CERN est à l'origine de nombreuses découvertes et représente aujourd'hui le plus important centre de physique des particules du monde. Ce gigantesque laboratoire emploie quotidiennement presque 3'000 personnes ; en outre, ses installations sont utilisées par environ 7'000 scientifiques, représentant la moitié des physiciens et physiciennes des particules dans le monde.

Le but du CERN est d'étudier les constituants élémentaires de la matière, les particules qui la constituent et les lois qui les relient. Il s'agit principalement pour les chercheurs de comprendre « la formation des étoiles, de la terre, de tout ce qui nous entoure et finalement de nous-mêmes ».
L'étude de la matière a été rendue possible grâce à l'élaboration de deux outils essentiels : **les accélérateurs de particules et les détecteurs de particules**.

Les accélérateurs, comme leur nom l'indique, accélèrent les faisceaux de particules jusqu'à une vitesse proche de celle de la lumière. Grâce à cette installation, les physiciens précipitent les particules les unes contre les autres afin de déterminer d'abord leur composition et d'utiliser ensuite l'énergie de cette collision pour créer de nouvelles particules.

Soulignons que le complexe du CERN comprend plusieurs accélérateurs de particules qui comptent parmi les plus grands instruments scientifiques jamais construits. Jusqu'à peu, le CERN utilisait le **Large Electron Positron (LEP)**. Mais en 2000, il a été démonté pour laisser sa place à une machine encore plus puissante : le **Large Hadron Collider (LHC)**, dont la première utilisation remonte au 10 septembre 2008. Cet accélérateur a été construit dans un tunnel circulaire de 27 km de circonférence, entre 50 et 175 mètres sous la terre. Son but est de recréer les conditions (création de nouvelles particules) qui ont existé une seconde après le Big-Bang en créant une collision entre des protons qui bougent à une vitesse proche de celle de la lumière.
Le 19 septembre 2008, un défaut technique a malheureusement eu pour conséquence le retardement de l'expérience qui repris en 2009.

Photographie du tunnel où prend place le LHC ▲

Source image : http://doc.cern.ch//archive/electronic/cern/others/PHO/photo-ex/0510029_03.jpg

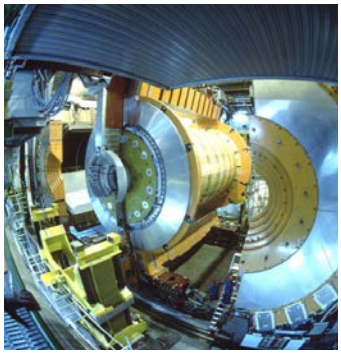
Les physiciens attendent notamment du LHC la mise en évidence d'une particule dont les théoriciens prédisent l'existence depuis plus de quarante ans : le **boson de Higgs**.

Le boson de Higgs

Dans les années 1960, le physicien écossais Peter Higgs a imaginé le boson de Higgs : cette particule élémentaire est supposée pouvoir expliquer l'origine de la masse de toutes les particules de l'Univers. L'idée est que les particules interagissent avec le boson de Higgs et que la force de cette interaction donne naissance à la masse : plus forte est l'interaction, plus grande est la masse. En dépit de ce rôle fondamental, le boson de Higgs reste encore à découvrir puisque aucune expérience ne l'a, pour l'instant, observé de façon indiscutable. La masse des particules demeure donc aujourd'hui encore l'une des plus grandes énigmes de la physique des particules.

Les détecteurs rendent, quant à eux, les particules visibles et permettent d'étudier avec précision leurs trajectoires. Ils sont formés de différents types d'équipements, chacun capable de reconnaître et de mesurer un ensemble de propriétés des particules, telles que la charge, la masse et l'énergie. Dans la quête du boson de Higgs, il a également fallu concevoir deux nouveaux détecteurs : le CMS et l'Atlas. C'est en leur centre qu'auront lieu les collisions de protons. Soulignons que ces deux détecteurs sont gigantesques : deux « cavernes » de plus de 20 mètres de profondeur et de plusieurs dizaines de mètres de long ont été creusées.

Vue du détecteur OPAL (1989)



Source image : http://www.futura-sciences.com/uploads/tx_oxcsfutura/comprendre/d/images/596/particule_09.jpg

Le développement de la recherche sur les particules ne concerne pas uniquement la recherche fondamentale. Elle a, en effet, de nombreuses autres applications, parmi lesquelles : des applications industrielles comme l'incinération des déchets nucléaires, la production d'énergie et la stérilisation (alimentation, médecine, déchets biologiques,…) ; des applications informatiques avec, comme nous le verrons par la suite, la mise au point du world wide web ; et de nombreuses applications médicales qui ont donné naissance à une nouvelle discipline : la physique médicale.

Le CERN et la physique médicale : les examens TEP et la radiothérapie

Selon les estimations du CERN, sur les 17'000 accélérateurs de particules existant aujourd'hui dans le monde – accélérateurs qui n'ont rien à voir avec la taille et la puissance de ceux développés au CERN – plus de la moitié sont utilisés en médecine et seul un petit nombre sont consacrés à la recherche fondamentale.
Les applications de la physique nucléaire en médecine concernent principalement deux domaines : l'imagerie médicale et la radiothérapie.

L'imagerie médicale

En 1968, le chercheur au CERN et physicien français **Georges Charpak** invente un nouveau type de détecteur de particules : **la chambre proportionnelle multifils** qui permet de reconstituer en temps réel la trajectoire d'une particule élémentaire. Ce dispositif, relié à un ordinateur, permet d'obtenir un taux de comptage mille fois supérieur à ceux des techniques existantes, sans nécessiter de caméra. Utilisée en physique fondamentale, cette invention, pour laquelle Charpak obtiendra d'ailleurs le prix Nobel de physique en 1992, s'inscrit alors dans la volonté de mieux comprendre la constitution infime de la matière.
Cependant, dès le milieu des années 1970, ce nouveau détecteur commence à être utilisé dans l'imagerie médicale. La chambre multifils de Charpak permet, en effet, le développement de détecteurs plus sensibles et qui exigent moins de rayonnement pour la production d'images. Cela permet donc aux médecins de diminuer considérablement les doses de rayons auxquels les patients sont soumis tout en offrant des images de meilleure qualité.

Georges Charpak lors de l'élaboration de la chambre proportionnelle multifils

Source image : CERN, http://cern50.web.cern.ch/cern50/news/040514/040514_fr.html

▲ **Scanner de tomographie par émission de positons (TEP)**

Puis, en 1979, le CERN développe un prototype de caméra à positons qui permet la construction du **premier scanner de tomographie par émission de positons (TEP)** de l'hôpital de Genève. Les examens TEP sont principalement utilisés en cancérologie et en imagerie cérébrale. Ils permettent de visualiser les activités du métabolisme et plus précisément celles des tissus et des organes. Grâce à ces examens, il est notamment possible de diagnostiquer des tumeurs cérébrales et d'étudier les conséquences des troubles cardiaques sur les fonctions du cerveau.
Les examens TEP utilisent des marqueurs radiopharmaceutiques qui sont des substances radioactives que l'on injecte aux patients. Une fois présents dans le corps humain, ces marqueurs se fixent sur certains tissus ou organes et émettent des positons (anti-particule de l'électron). Puis, en se désintégrant, les positons émettent des particules (photons) qui sont détectées et analysées, fournissant des informations sur le fonctionnement et le métabolisme du corps. **Les marqueurs radiopharmaceutiques sont produits grâce aux accélérateurs de particules**.

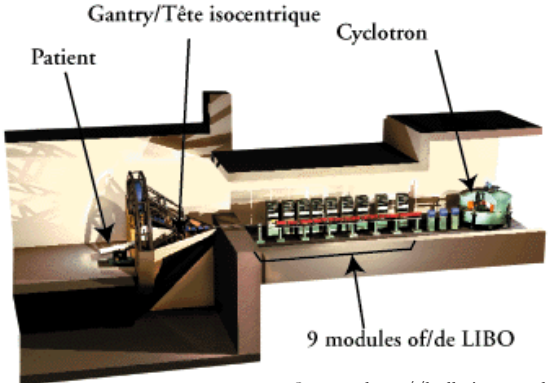
La radiothérapie et l'hadronthérapie

Traditionnellement, le traitement des cancers se réalise par radiothérapie (rayons X ou gamma) : on expose les cellules cancéreuses à une émission de radiations afin de ralentir le processus tumoral et de détruire toutes les cellules malades. Si cette technique a fait ses preuves, les physiciens du CERN ont observé que non seulement environ 10 % des tumeurs sont résistantes aux rayons X, mais que ces derniers diffusent également aux tissus sains avoisinants des doses de radiation plus élevées que **les ions de carbone et les protons**. En ce sens, le traitement par ions et protons de carbone est largement préférable lorsqu'un organe vital se trouve près de la tumeur. En outre, il s'avère que les ions de carbone ne perdent pas leur énergie de la même façon que les rayons X ou les électrons, faisant d'eux de meilleurs candidats au traitement de certains cancers. Depuis les années 1970, des physiciens du CERN s'intéressent donc à cette nouvelle thérapie, nommée **hadronthéarpie.**

Avec près de 8 millions de décès en 2009, le cancer est l'une des principales causes de mortalité dans le monde (13 % des cas). D'après les prévisions de l'OMS, le nombre des cas de cancer devrait continuer à augmenter : l'organisation estime que 9 millions de personnes mourront d'un cancer en 2015 et 11, 4 millions en 2030, ce qui constituera une augmentation de 45% par rapport à 2005.

Résolument engagé en faveur du développement de la physique médicale, le CERN développe depuis plusieurs années déjà différents projets à but thérapeutique. Ainsi par exemple, entre 1996 et 2000, le CERN entreprend la construction d'un accélérateur de particules circulaire à protons et à ions nommé le **synchrotron PIMMS** destiné au traitement du cancer par hadronthérapie. Au début de l'an 2000, sur proposition du physicien du CERN Ugo Amaldi, le PIMMS est amélioré par la Fondation italienne Tera pour la radiothérapie et un centre de traitement par hadronthérapie est crée à Pavie, au sud de Milan. Le synchrotron PIMMS/TERRA est utilisé chaque jour pour soigner des malades atteints de cancer.

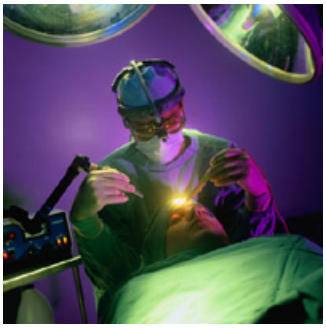
Parallèlement, en 2001, le CERN construit le premier module d'un accélérateur médical offrant des perspectives inédites dans le traitement des tumeurs profondes. Selon le CERN, l'avantage du **LInac BOoster (LIBO)** est de pouvoir étendre les domaines d'application des cyclotrons à protons, accélérateurs de particules déjà opérationnels dans bon nombre d'hôpitaux. Ces cyclotrons sont principalement utilisés pour la thérapie de tumeurs superficielles et pour la production de radionucléides. Selon le CERN, le rattachement d'un accélérateur LIBO permettra d'accroître l'énergie du faisceau et il sera ainsi possible d'atteindre des tissus malades situés à différentes profondeurs, jusqu'à 20 cm selon les cas.



◀ **Vue artistique d'un assemblage possible entre un cyclotron, un LIBO de neuf modules et une tête isocentrique qui oriente le faisceau vers n'importe quelle partie du corps humain.**

Source : http://bulletin.cern.ch/fre/articles.php?bullno=04/2001&base=art

A ce jour, près de 35'000 patients ont été traités par hadronthérapie à travers le monde. Cette thérapie se révèle très efficace pour le traitement de tumeur localisée, de tumeur des bronches, de cancer de la prostate, de cancer du foie et pour certaines tumeurs de la thyroïde. Cependant, le coût d'une telle thérapie reste encore très élevé.



Perspectives d'avenir

Aujourd'hui, l'usage de faisceaux de particules est en constante augmentation aussi bien pour la thérapie du cancer que pour la production de marqueurs radiopharmaceutiques. Mais selon le CERN, d'autres avancées importantes pourraient encore être réalisées à l'avenir. Ainsi, par exemple, les accélérateurs pourraient dans le futur permettre d'améliorer encore la chirurgie de précision réalisée à l'aide de « **scalpels au laser** », voir l'image ci-contre.

Source : http://www.uihealthcare.com/news/welland-good/issue1/lasersurgery.html

L'informatique

Nous allons à présent quitter le domaine des sciences pures pour étudier une technologie : l'informatique. Elle peut être définie comme **la science du traitement automatique de l'information**. L'informatique est véritablement née pendant la Deuxième Guerre mondiale, au moment où l'armée américaine avait besoin d'une grande quantité de tables de tirs, outils nécessaires pour déterminer où tomberaient les obus que l'ennemi envoyait. Puis, grâce aux progrès fulgurants en électronique et en automatisation, les ordinateurs se sont rapidement développés : depuis environ trente ans, ils offrent chaque année une puissance de calcul de 30 % supérieure à l'année précédente. Aujourd'hui, l'informatique est partout et a pris une importance capitale en science, dans l'industrie et dans l'administration.

Pour un développement du travail de l'Union Internationale des Télécommunications (UIT) dans le cadre de l'évolution des technologies de l'information et de la communication (TIC) ou encore de la fracture numérique, nous vous invitons à consulter notre dossier thématique sur les télécommunications.

Des premiers ordinateurs électroniques aux ordinateurs numériques modernes

En 1943, en pleine Guerre mondiale, le Laboratoire de Recherche Balistique nord-américain (BRL) est complètement débordé : il produit 15 tables de calcul de tir par semaine alors que la demande est de 40. Des calculateurs humains (en majorité des femmes diplômées des collèges américains) sont embauchés par centaines. Mais cela n'est pas suffisant. Alors, à la demande de l'armée étasunienne, les ingénieurs américains P. Eckert et J. Mauchly créent, en 1946, le premier ordinateur entièrement électronique : l'**Electronic Numerical Integrator and Computer (ENIAC)**. Cette énorme machine pèse près de 30 tonnes, occupe 150 m^2 sur une hauteur de 2,5 m et contient environ 19'000 lampes à vide, 1'500 relais électriques et des centaines de milliers de résistances électriques, condensateurs et inducteurs qui, ensemble, consomment quelque 200 kilowatts. L'ENIAC peut additionner 5'000 nombres en une seconde et calculer en 20 secondes la trajectoire d'un projectile (là où un calculateur humain mettait 3 jours !).

L'Universal Automatic Computer (UNIVAC I) est le premier ordinateur commercialisé (1951). Traitant aussi bien des nombres que du texte, l'UNIVAC a également été conçu par les américains P. Eckert et J. Mauchly. Cette machine utilisant 5'000 tubes à vide et pesant près de 13 tonnes, était capable d'exécuter 8'333 additions ou 555 multiplications par seconde. Au total, 56 UNIVAC ont été vendus pour la modique somme de 750'000 $ par unité.

◀ **L'UNIVAC de 1951**

Source : http://histoire.info.online.fr/univac.html

Avec l'invention par la firme Bell Labs du transistor en 1947, une **deuxième génération d'ordinateurs** apparaît. Le transistor (dispositif électronique composé de semi-conducteurs) remplit le même rôle que la lampe à vide des premiers ordinateurs mais est largement plus petit, moins cher à fabriquer et beaucoup plus fiable. S'il permet effectivement de réduire la taille des machines, les ordinateurs de seconde génération demeurent cependant plutôt encombrants : l'IBM 650 (1954) pèse près de 900 kg et son alimentation environ 1350 kg. Les ordinateurs des années 1950 et 1960 sont donc uniquement utilisés par les universités, les gouvernements et certaines grandes sociétés.

Tout cela va commencer à changer à partir des années 1965 avec l'invention du circuit intégré puisqu'il permet cette fois de réduire drastiquement la taille des ordinateurs. Aussi appelé « puce électronique », le **circuit intégré** est un circuit électronique miniaturisé à l'extrême, dont les composants sont regroupés sur une mince plaquette de silicium.

La révolution du circuit intégré

En septembre 1958, alors employé par la firme Texas Instruments, l'américain Jack Kilby crée le tout premier circuit intégré, jetant ainsi les bases de l'informatique moderne. À l'époque, Kilby avait tout simplement relié manuellement différents transistors. Il ne faudra, par la suite, que quelques mois pour passer du stade de prototype à la production de masse de puces en silicium. Cette découverte a valu à Kilby un prix Nobel de physique en 2000.

Les années 1964 à 1975 voient donc l'arrivée sur le marché de plusieurs mini-ordinateurs, inaugurant ainsi la **troisième génération d'ordinateurs**. Mais c'est véritablement avec l'invention du microprocesseur en 1971 par Marcian Hoff que la miniaturisation des composantes d'ordinateur et par conséquent l'apparition des micro-ordinateurs (ou personal computer - PC) vont devenir la norme. En effet, alors que jusque là les circuits intégrés ne contenaient guère plus de 10 à 15 composants, le premier microprocesseur (baptisé 4004) comportera 2'300 transistors ! Plus petit qu'un ongle, ce circuit exécutait 60'000 opérations par seconde. Avec le microprocesseur apparaît donc la **quatrième et dernière génération d'ordinateurs**, qui correspond aux ordinateurs que nous utilisons encore aujourd'hui.

Un microprocesseur se compose d'une puce mesurant environ 0,5 cm de côté et 0,05 cm d'épaisseur. Sur cette puce sont gravés des millions de transistors, qui permettent d'assurer la gestion et le traitement de l'information. Un microprocesseur constitue ainsi l'unité centrale de traitement d'un micro-ordinateur, mais est également utilisé dans de nombreux autres équipements (téléphones, cartes à puce, appareils électroménagers, etc.).

Publicité de la marque Apple pour son Ordinateur « Apple 2 ». La pomme, symbole de générations d'ordinateurs

L'histoire de la micro-informatique retient généralement le **Micral N** (1973) de la société française R2E comme le premier micro-ordinateur au monde ; **mais c'est véritablement l'Altaïr de la société américaine MITS Electronics, sorti à la fin de l'année 1974, qui déclenche la révolution de la micro-informatique**. Dès lors, les micro-ordinateurs se succèdent (Apple I et II, Commodore PET, Tandy TRS-80, IBM PC et Macintosh) et connaissent d'importantes améliorations de leurs performances. N'étant plus l'affaire de spécialistes ou de bricoleurs passionnés, l'ordinateur entre dans la vie de milliers de Nord-Américains d'abord, avant d'arriver en Europe.

Source : http://www.silicium.org/apple/apple2/apple2plus.htm

Aujourd'hui, le développement des ordinateurs s'effectue globalement dans deux sens : une taille toujours plus réduite et une puissance toujours plus grande. Beaucoup d'informaticiens rêvent aussi de concevoir des ordinateurs qui reproduiraient les mécanismes de la pensée et étudient, dans ce but, les ordinateurs à traitement parallèle, qui utilisent plusieurs puces pour effectuer simultanément des tâches différentes.

Le World Wide Web, une invention du CERN

Le World Wide Web, communément appelé « le web », peut être traduit en français par « toile d'araignée mondiale ». Ce système a permis d'ouvrir le réseau Internet au grand public en facilitant la consultation des sites et en offrant aux utilisateurs la possibilité de consulter en ligne une vaste étendue d'informations, présentées sous forme d'archives de magazines, de documentation à usage professionnel, de pages personnelles (blogs), etc. Le fonctionnement du web repose essentiellement sur l'existence de liens hypertextes qui relient les pages des sites entre elles. Ces liens permettent la recherche d'information dans l'Internet, l'accès à cette information et sa visualisation.

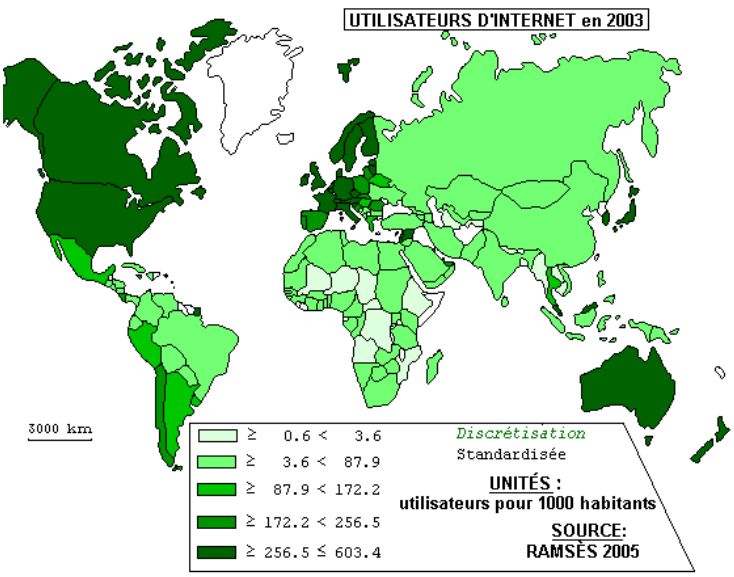
INTERNET

Tout le monde a tendance à confondre Internet et le web, mais il s'agit de deux choses bien distinctes. En réalité, le web est l'une des applications d'Internet, comme le sont, par exemple, le courrier électronique, la messagerie instantanée ou les systèmes de partage de fichiers. L'Internet correspond, quant à lui, au réseau informatique, étendu à l'échelle de la planète, reposant sur le protocole de communication IP (Internet Protocol), et rendant accessible au public les services que sont le courrier électronique et le web. L'Internet est issu du réseau ARPANET créé en 1969 par l'Agence américaine des Projets de Recherche (ARPA, Advanced Research Project Agency), dont le but était de bâtir un réseau informatique indestructible (en cas d'attaque nucléaire par exemple), reliant des centres universitaires et des installations militaires. A ses débuts, le réseau ARPANET reliait quatre ordinateurs situés dans quatre universités différentes. Mais le réseau se développera très vite, puisqu'il comptera déjà 35 machines en 1973 et 111 en 1977. Puis, en 1983, ARPANET deviendra un projet universitaire (Arpa-Internet), le volet militaire étant désormais indépendant et nommé MILNET. Il faudra attendre l'avènement du Web pour que le réseau Internet devienne accessible au plus grand nombre.

En 1989, un informaticien britannique du CERN, **Tim Berners-Lee**, cherche un moyen de permettre à ses collègues physiciens travaillant dans différentes universités et instituts à travers le monde d'échanger rapidement des données et des images. L'idée de base de Tim Berners-Lee est de combiner les technologies des ordinateurs personnels, des réseaux informatiques et de l'hypertexte en un système d'information global, puissant et facile à utiliser.

Source : http://www.unesco.org/courier/2000_09/photoshr/46.htm

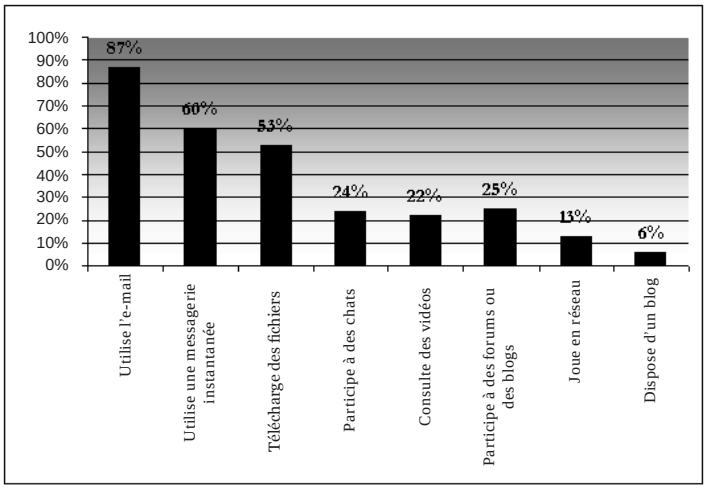
Le 6 août 1991, le **premier site web** est mis à la disposition de la communauté des physiciens du CERN. Très rapidement, de nombreux laboratoires de recherches et de nombreuses universités utilisent ce site. Mais c'est vraiment en 1994 que le web perce : la première conférence internationale sur le web se tient à Genève tandis que les présentations dans les médias internationaux se succèdent rapidement. Ainsi, à la fin de l'année 1994, le web compte déjà 10'000 serveurs représentant 10 % du trafic total transitant sur Internet et 10 millions d'utilisateurs. En mars 1995, il existe plus de 30'000 serveurs web dans le monde et en avril 1995, le web représente 20 % du trafic sur l'Internet. En l'espace de quelques années, le web devient un véritable phénomène de société jusqu'à devenir un élément incontournable de notre quotidien. Pour caractériser ce phénomène, nous parlons aujourd'hui de **société d'information**.



En juillet 2005, on estimait que la population internaute mondiale (âgée de 15 ans et plus) s'établissait à plus de 973 millions de personnes. L'Asie arrive en tête avec plus de 323 millions d'internautes, suivi de l'Europe (269 millions), de l'Amérique du Nord (223 millions) et de l'Amérique du Sud (68 millions). En terme de pénétration dans la population, c'est l'Amérique du Nord qui arrive en tête avec 68 % tandis que l'Afrique occupe la dernière position avec 1,8 %.

Ces chiffres mettent en lumière des inégalités flagrantes dans l'usage et l'accès aux technologies de l'information et de la communication (TIC) : on parle depuis quelques années de **fracture numérique** pour désigner cet écart entre les pays développés et les pays en voie de développement. L'existence et l'ampleur de cette fracture numérique inquiètent, à juste titre, de nombreuses organisations internationales qui mettent en avant l'importance de l'accès à l'information et au savoir pour le développement de nombreux domaines (éducation, expressions culturelles, économie, etc.). Ainsi, l'**Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture** (UNESCO) a, par exemple, établit parmi ses priorités « un accès équitable à l'information et au savoir » et la « promotion de la liberté d'expression et du développement de la communication ». Le mot d'ordre de l'UNESCO dans ce domaine est « d'autonomiser les populations via la libre circulation des idées, par le mot et par l'image, et par l'accès à l'information et au savoir ».

Pratique des internautes au niveau mondial



Signalons encore que l'on dénombre aujourd'hui plus de 70 millions de sites Internet dont 46 % sont des sites à vocation commerciale. Finalement, les statistiques concernant l'utilisation d'Internet montrent une diversité des pratiques, allant de la consultation des e-mails (87 %), au téléchargement de fichiers (53 %) et de jeu en réseau (13 %).

Source pour les données: http://www.journaldunet.com/diaporama/0509tourdumonde/02top12-pays.shtml

Signalons également qu'une autre organisation liée à Internet est présente à Genève : il s'agit de l'**Internet Society (ISOC)**. L'ISOC est une association de droit américain à vocation internationale créée en 1991 par les pionniers de l'Internet. **Son but est de promouvoir, de coordonner et d'étendre le développement des réseaux informatiques dans le monde**. L'ISOC est aujourd'hui l'autorité morale et technique la plus influente dans l'univers de l'Internet. Regroupant 100 organisations et plus de 20'000 membres individuels, l'ISOC définit notamment des normes et des protocoles Internet en collaboration étroite avec les acteurs d'Internet et les autres organisations en charge du déploiement ou du contrôle du réseau. Elle s'attache également à promouvoir une libre expression sur le réseau ainsi qu'un accès de tous à Internet, sans aucune forme de discrimination.

Le GRID, le web du futur

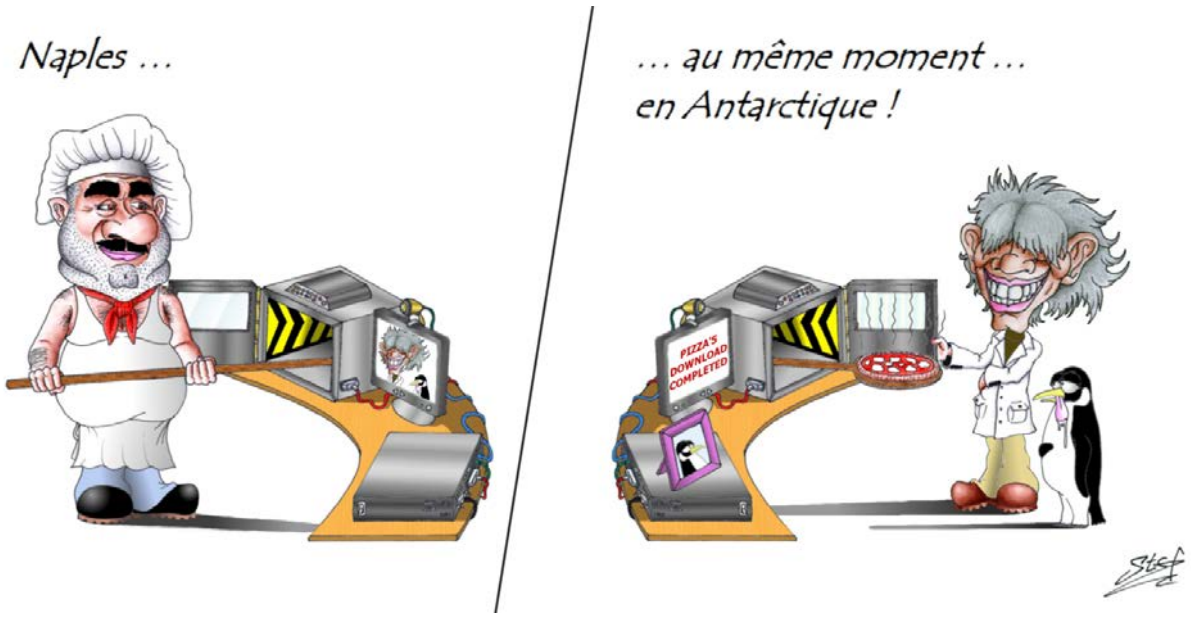
Source : http://doc.cern.ch//archive/electronic/cern/others/PHO/photo-bul//bul-pho-2003-010.jpg

Le GRID, souvent nommé par sa traduction française « Grille », est tout simplement le web du futur. Selon ses concepteurs, la Grille offrira à chacun **la puissance de calcul et la mémoire de tous les ordinateurs réunis de la planète !**

Ce projet pour le moins ambitieux est actuellement développé par de nombreux acteurs, parmi lesquels le CERN. C'est d'abord pour l'utilisation du Grand collisionneur de hadrons (LHC) que le CERN a élaboré la Grille. « Cet accélérateur produira 1'500 megabites de données par seconde, ce qui implique de mettre en oeuvre des capacités de traitement adéquates », a déclaré à ce sujet Jamie Shiers du CERN. Par année, l'accélérateur peut produire jusqu'à 15 pétaoctets de données, soit plus de mille fois la quantité d'information contenue dans tous les livres imprimés de la planète et près de 10 % du volume total d'informations produit par l'homme - y compris les photographies et les images numériques !

Elaboré depuis plusieurs années, la Grille cherche donc à répondre aux avancées de la science et aux besoins des chercheurs qui traitent de problèmes de plus en plus complexes comme, par exemple, le décryptage du génome humain ou la surveillance de la couche d'ozone par satellite. Face à cette complexité croissante, les scientifiques rêvent d'avoir une **puissance de calcul et un espace de mémoire quasi infinis**. C'est ce que la Grille pourrait leur offrir.

Mais qu'est-ce exactement que cette Grille ?
La Grille est un service qui permettra, comme le web, d'échanger des informations sur Internet. Mais, largement plus performante que le web, la Grille permettra également aux ordinateurs **d'échanger leur puissance de calcul et leurs ressources** (espace de stockage, bases de données et logiciels). Ainsi, en se connectant à la Grille, le système trouvera la meilleure manière d'exécuter le travail que l'on a à faire et nous permettra d'avoir un accès direct aux logiciels, aux ordinateurs et aux données disponibles sur le réseau. En somme, grâce à la Grille et au partage de ressources, le réseau mondial des ordinateurs se transformera en une ressource immense de capacité de traitement.



A l'heure actuelle, la Grille en est à l'état de chantier. Mais des dizaines, voire des centaines, de projets sont en cours dans le monde et plusieurs Grilles spécialisées ont déjà été mises en place (comme par exemple le DataGrid qui réunit cinq centres de recherche et l'EuroGrid qui relie sept supercalculateurs). Selon le CERN, c'est justement en passant d'abord par l'étape de ces Grilles spécialisées que la Grille mondiale se développera.

Applications concrètes de la Grille
Qu'est-ce que cette Grille pourrait changer pour ceux qui ne sont pas de grands scientifiques ou des mathématiciens hors pairs ? Et bien, prenons un exemple simple : imaginons que Paul se soit cassé une jambe il y quelques mois. Une fois son plâtre retiré, il part en vacances dans le sud de l'Espagne. Malheureusement, après quelques jours de plage, sa jambe le fait terriblement souffrir. Il se rend donc dans un hôpital pour se faire examiner. Grâce au GRID, le médecin espagnol qui s'occupe de lui pourra avoir un accès direct à son dossier médical et à ses radiographies faites à Genève quelques mois plus tôt. Ceci n'est qu'un exemple ; les applications quotidiennes du GRID sont très nombreuses que ce soit dans le domaine médical, commercial ou scientifique.
En outre, il apparaît que la technologie du GRID pourrait être très utile dans **la gestion des crises humanitaires**. La puissance de la Grille pourrait, par exemple, permettre de transmettre plus rapidement des images satellitaires de l'UNOSAT au personnel humanitaire engagé sur le terrain. On sait qu'actuellement la compression de ces images (pesant plusieurs gigabytes) prend de nombreuses heures. La Grille pourrait permettre d'économiser un temps précieux, et ce d'autant plus que les premières heures qui suivent une catastrophe naturelle sont cruciales pour retrouver d'éventuels survivants.

Un autre exemple d'application du GRID se trouve dans **la technologie @home**, c'est-à-dire dans **le calcul bénévole**. L'idée est toujours la même : mettre à profit la puissance de milliers d'ordinateurs répartis dans le monde entier pour traiter de grandes quantités d'informations. L'un des projets les plus prometteurs de cette technologie est le projet **africa@home** dont l'un des buts est de faire avancer la lutte contre le paludisme. Le projet « MalariaControl.net » se base sur des modèles de simulation informatique de la transmission du paludisme et de ses conséquences sur la santé, des modèles qui « peuvent être employés pour déterminer des stratégies optimales pour l'utilisation des moustiquaires, de la chimiothérapie, ou de nouveaux vaccins qui sont actuellement à l'essai ». Ce système exige une puissance de calcul immense et un travail sans relâche des ordinateurs. C'est ici qu'intervient le calcul bénévole : tout un chacun peut télécharger un logiciel gratuit sur Internet qui permettra à son ordinateur en veille d'effectuer des calculs scientifiques essentiels. Ainsi, sans le moindre effort, chacun peut aider à combattre l'un des plus grands fléaux actuels! Les chercheurs s'attendent à ce que l'application de MalariaControl.net **accomplisse en quelques mois un volume de calcul qui prendrait normalement 40 ans**.

Le saviez-vous ?

215 C'est le nombre de programmes, conférences, séminaires et ateliers que l'UNITAR organise tous les ans. Ils touchent directement plus de 6'500 participants sur les cinq continents, et plus de 13'200 autres par e-learning et cours par correspondance.

Les participants au séminaire devant les locaux du Centre de formation

source : http://www.unitar.org/dcp/fr/juin2004/ouagadougou210604_fr.htm

23 mars C'est, chaque année, la célébration de la Journée météorologique mondiale. Elle commémore l'entrée en vigueur, le 23 mars 1950, de la Convention de l'Organisation Météorologique Mondiale.

2005 Année correspondant au centième anniversaire de la publication par Einstein de ses quatre articles fondamentaux et année mondiale de la physique.

1'268 C'est, en moyenne, le nombre de pages vues par mois par un internaute.

à l'intérieur du tunnel souterrain

source : Wikipedia

27 km C'est la circonférence du tunnel creusé entre Genève et la France voisine par le CERN pour y installer de gigantesques accélérateurs de particules : d'abord le LEP (1989-2000) et d'ici 2007, le LHC.

Les scientifiques genevois

Genève joue, depuis de nombreuses années déjà, un rôle fondamental dans le domaine scientifique. A partir du XVIIIème siècle et jusqu'à l'aube de l'ère industrielle, Genève abrita ainsi la plus importante communauté de chercheurs de Suisse et connu une densité de savants bien supérieure aux autres grandes villes européennes. Selon l'historien Isaac Benguigui, Genève présentait alors trois atouts de taille : la géographie, les effets de la Réforme et les familles patriciennes, c'est-à-dire une classe sociale aisée. Située au carrefour du continent européen, Genève était un lieu de passage où s'échangeaient les idées et les réflexions nouvelles. Parmi elles, la Réforme qui engendra la création de l'école publique obligatoire. « D'où une alphabétisation poussée au sein de la population » note Isaac Benguigui. Quant aux familles patriciennes, elles ont très largement financé les recherches scientifiques.

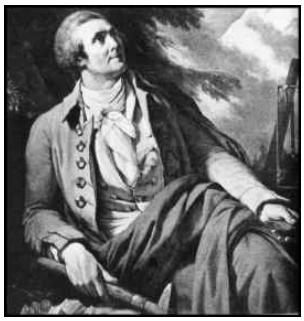
Dès le début du XVIIIème siècle, les scientifiques genevois s'illustrèrent donc dans plusieurs domaines, permettant à la fois des avancées décisives et l'émergence de nombreuses innovations techniques et médicales.

Le domaine des sciences naturelles

A partir des années 1740, Genève connaît un véritable engouement pour les sciences naturelles : la faune, la flore et la montagne deviennent des sujets d'études très prisés. Deux naturalistes genevois s'illustrent plus particulièrement et acquièrent, de leur vivant, une renommée mondiale : il s'agit de **Horace-Bénédict de Saussure** et **Augustin Pyrame de Candolle**.

Né à Genève le 17 février 1740, Horace-Bénédict de Saussure étudia la physique avant de se tourner en 1765 vers la minéralogie et vers la géologie, dont il fut l'un des pionniers. Tentant de déterminer les secrets de formation des chaînes montagneuses, son terrain de recherche principal fut les Alpes et l'ascension du Mont-Blanc, le plus haut sommet d'Europe, devint rapidement une idée fixe.
Après deux tentatives infructueuses, de Saussure atteint finalement le sommet du Mont-Blanc le 3 août 1787, avec une expédition conduite par le guide français Jacques Balmat, qui en avait réussi la première ascension un an auparavant.

Ci-dessous, le scientifique et alpiniste Horace-Bénédicte de Saussure (1740-1799) ▼



" Je n'en croyais pas mes yeux, il me semblait que c'était un rêve, lorsque je voyais sous mes pieds ces cimes majestueuses, ces redoutables aiguilles, le Midi, l'Argentière, le Géant, dont les bases mêmes avaient été pour moi d'un accès si difficile et si dangereux. Je saisissais leurs rapports, leur liaison, leur structure, et un seul regard levait des doutes que des années de travail n'avaient pu éclaircir."

◀ **Montée de M. de Saussure à la cime du Mont-Blanc, gravure aquarellée de Chrétien de Mechel (1737-1817)**
source : http://www2.unil.ch/acvs/F/x11image.html

Au cours de cette expédition, de Saussure réalisa notamment des expériences sur l'humidité de l'air, la température d'ébullition de l'eau et estima l'altitude du Mont-Blanc avec une grande précision. Par la suite, de Saussure participa à d'autres expéditions dans la région du Mont-Rose et du Cervin. Les résultats de toutes ses observations figurent dans son ouvrage monumental, **Voyage dans les Alpes**, publié en quatre volumes entre 1779 et 1796, qui posa **les bases de toute la géologie moderne**.

Signalons que cet exploit, considéré comme une entreprise scientifique majeure, eut d'emblée un grand retentissement à l'étranger : les premiers touristes, en majorité britanniques, qui affluèrent à Genève et Chamonix se transformèrent aussitôt en « alpinistes ».

Considéré comme le père incontesté de la tradition botanique genevoise, **Augustin Pyrame de Candolle** (1778-1841) domina les connaissances de son époque, notamment en matière de morphologie et de physiologie végétale. Après avoir publié une *Histoire des plantes grasses* (1799-1803, 4 vol.) et une *Monographie des Astragales* (1802), il occupa, en 1816, la première chaire d'histoire naturelle de Genève. Il mit rapidement son herbier à disposition des chercheurs, tandis que sa maison devint un rendez-vous pour les botanistes et les savants internationaux. En 1817, de Candolle fonda **le Conservatoire botanique de Genève et le premier grand Jardin botanique**, dans l'actuel Parc des Bastions. À la fin de sa vie, de Candolle commença la rédaction de sa gigantesque encyclopédie *Introduction systématique au règne végétal*, description de toutes les plantes connues à l'époque, qui fut poursuivie par son fils Alphonse (1806-1893) et terminée en 1896 par son petit-fils Anne Casimir (1836-1918). Au final, cet immense ouvrage en 7 volumes décrit plus de 90'000 plantes.

Le domaine de la physique

La physique fut un autre domaine où les savants genevois s'illustrèrent. De nombreux instruments ont notamment été construits ou améliorés dans notre ville durant le XVIIIème siècle ; ainsi, par exemple, le physicien genevois **Jean-André Deluc** (1727-1817) perfectionna, dans les années 1760, le thermomètre de Réaumur en remplaçant l'alcool par le mercure, et inventa un hygromètre à ivoire ainsi qu'un baromètre portatif.

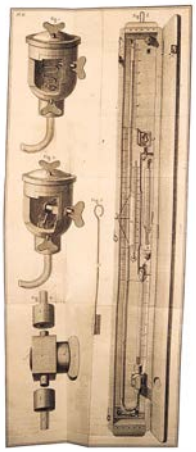
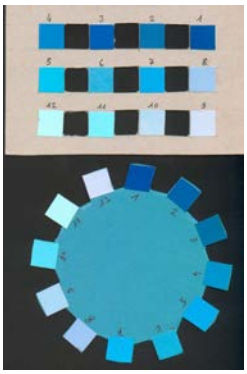


schéma du baromètre portatif de Deluc, inventé en 1762.



Horace-Bénédict de Saussure construisit, quant à lui, le premier paratonnerre de Suisse, inventa un hygromètre à cheveu, un anémomètre, un électromètre et un cyanomètre (indiquant l'intensité de la couleur bleue dans le ciel).

Ci-contre, exemples de cyanomètres tels que créés par de Saussure. Le premier est carré, le second rond, mais chacun représente différentes teintes de bleu. De Saussure pensait que la couleur du ciel pouvait être un indicateur pour établir des prévisions météorologiques. Il s'agissait donc d'observer le ciel et de déterminer quelle teinte celui-ci avait.

Puis, durant le XIXème siècle, la commune de Presinge devint un centre de recherche d'importance. Selon Isaac Benguigui « d'illustres savants européens s'y rendaient pour répéter et vérifier certaines expériences, s'enquérir de l'avancement des sciences (…) et s'entretenir avec leurs collègues genevois ». C'est le physicien genevois **Auguste de la Rive** (1801-1873) qui fit de Presinge un lieu de rendez-vous international. C'est d'ailleurs dans le laboratoire de son père à Presinge qu'il rencontra les célèbres savants Ampère et Faraday.

Le domaine de l'astronomie

Le XVIIIème siècle vît également les savants genevois se passionner pour l'astronomie. L'un des plus célèbres astronomes de cette période est **Jacques-André Mallet** (1740-1790). Après des études en mathématique puis un séjour en France et en Angleterre où il rencontra les plus grands astronomes de l'époque, Mallet fut invité en 1768 par l'Académie russe des sciences à participer à la grande expédition qu'elle organisa pour observer, dans plusieurs parties de l'empire, le passage de la planète Vénus devant le disque solaire. Cet événement rare, se produisant environ tous les 110 ans, devait permettre de préciser l'évaluation de la distance de la Terre au Soleil et d'améliorer les instruments d'orientation et de navigation. Jacques-André Mallet partira donc en 1769 pour la Laponie russe, accompagné par l'astronome genevois Jean-Luis Pictet (1700-1782). L'expédition des deux genevois durera près de 18 mois. A leur retour à Genève en octobre 1769, ils rédigèrent le compte-rendu de leur voyage.
Puis, le 26 mars 1771, une chaire d'astronomie est crée pour Mallet. En 1772, le scientifique obtint des autorités l'autorisation de fonder **le premier observatoire astronomique de Suisse** ; il est édifié sur les Casemates, au bastion Saint-Antoine, en face du Collège et de l'Académie de Genève (l'actuel Collège Calvin).

Mallet consacra le reste de sa vie à observer le ciel et à communiquer ses résultats à l'Académie des sciences de Paris et à celle de Londres. Il réalisa de nombreuses observations sur les planètes, les satellites et les éclipses de la Lune et du Soleil.

Ces différents exemples, loin d'être exhaustifs, illustrent bien l'élan scientifique que connut notre ville par le passé. Héritière de cette longue tradition, la Genève actuelle demeure un pôle scientifique d'importance. Accueillant de nombreuses organisations de renommée mondiale tels que l'OMM, le CERN, l'UNOSAT et l'UNITAR, Genève est également le lieu de multiples conférences internationales. Se sont notamment déroulées à Genève, la **Conférence sur le rôle de la science dans la société de l'information** (2003) et la **Conférence sur les changements climatiques et la gestion des risques** (2005). Parallèlement, de nombreuses Conventions d'importance comme le Protocole concernant la prohibition d'emploi à la guerre de gaz asphyxiants, toxiques ou similaires et de moyens bactériologiques (1925) ont été adoptées dans notre ville. Genève est également active dans la recherche grâce à ses universités spécialisées et ses chercheurs reconnus, et abrite même le seul **Musée d'Histoire des Sciences** de Suisse.

La localisation du CERN entre Genève et la France voisine. Le grand cercle correspond à l'immense tunnel souterrain (27 km de circonférence) où prend actuellement place le LHC.

Source : http://doc.cern.ch//archive/electronic/cern/others/PHO/photo-si/9105065.jpeg

Quelques activités en lien avec la science à Genève

Outre les visites d'organisations scientifiques, Genève offre de nombreuses activités en lien avec la science. Ainsi, par exemple, chaque année, généralement au début du mois de juillet, le Musée d'histoire des sciences organise « **la Nuit de la Science** ». Pendant tout un week-end, différentes animations en rapport avec la science - stands, démonstrations, reconstitutions d'expériences, expositions, pièces de théâtre, etc. - sont proposées aux visiteurs par différentes institutions scientifiques et culturelles de la région. Pour plus de détails, vous pouvez consulter le programme détaillé de la manifestation sur le site Internet suivant : http://www.ville-ge.ch/culture/nuit/

Source : http://www.ville-ge.ch/culture/nuit/

Le Musée d'histoire des sciences permet, quant à lui, de découvrir une collection d'instruments scientifiques issus des cabinets des savants genevois du XVIIème au XIXème siècles. Des expositions thématiques sont également organisées. En juin 2006, par exemple, l'exposition « évolution », préparée en collaboration avec le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), s'est penchée sur les modifications de notre planète, vues par satellite. Pour tous renseignements pratiques, rendez-vous sur le site du Musée: http://www.ville-ge.ch/culture/mhs/

Les expositions permanentes du **Museum d'Histoire Naturelle** permettent aux visiteurs de mieux connaître la nature et d'acquérir des connaissances scientifiques d'une façon divertissante. Les trois premiers étages du bâtiment présentent au public tous les vertébrés et de très nombreux invertébrés présents en Suisse, des mammifères et des oiseaux exotiques, sans oublier des dizaines d'insectes, arachnides, poissons, amphibiens et autres reptiles. Les deux étages supérieurs retracent l'histoire de l'univers et de notre planète ainsi que les différentes périodes de la vie sur Terre. Des squelettes de dinosaures et de grands mammifères disparus, de grandeur nature, occupent le podium central… Le site Internet du Musée, très complet, vous informera des horaires, des expositions temporaires, etc. : http://www.ville-ge.ch/musinfo/mhng/

Si les étoiles et tout ce que contient l'univers vous intéressent, allez faire un tour à la **Société astronomique de Genève (SAG)**. Une conférence est donnée chaque mois sur un sujet d'actualité et une série de petits exposés visent à initier les débutants à l'astronomie. Tous les premiers mercredis du mois, les juniors (moins de 20 ans) ont également leur propre réunion. Et puis, la SAG organise chaque année des soirées d'observations lors des grands événements astronomiques comme les éclipses ou les pluies d'étoiles filantes. La SAG possède deux observatoires, l'un dans le Jura, le second à Genève. Voici le lien de la SAG : http://www.astro-ge.net/index.php?p_int_page_id=1

Vous trouverez également un agenda d'autres manifestations en lien avec l'astronomie en vous rendant sur le site de l'**Observatoire de Genève** : http://www.unige.ch/sciences/astro/

Source : http://perso.orange.fr/pgj/planetes/lune.jpg

Pour ceux qui apprécient la nature, le **Conservatoire et le Jardin botanique de Genève** font partie des lieux incontournables de Genève. Les 28 hectares de parc offrent un cadre idéal à la promenade comme à la connaissance. Le Conservatoire possède, en outre, une bibliothèque publique scientifique riche de plus de 220'000 volumes, et un herbier qui, avec plus de 5,5 millions d'échantillons, trouve sa place parmi les cinq plus grands du monde ! Les **Ateliers Verts**, organisés les mercredi après-midi, proposent, des ateliers périscolaires de découverte et de sensibilisation au monde végétal et animal. Pour toutes informations : http://www.ville-ge.ch/cjb/

Source image : http://www.ville-ge.ch/cjb/

Source image : http: http://microcosm.web.cern.ch/microcosm/Content/Online/Online-fr.html

Le CERN a mis sur pied une formidable exposition: **Microcosm**. Entre multimédia, machines réelles, jeux et expériences, vous explorerez l'univers et découvrirez les accélérateurs et les détecteurs de particules. En outre, des ateliers **« drôle de physique »** permettront aux plus jeunes (ils ont été prioritairement conçus pour les moins de 14 ans) d'aborder la science sous un aspect ludique et récréatif : déguster de la glace à la fraise à base d'azote liquide ou encore comprendre le fonctionnement d'une télévision, voilà certaines animations de ces ateliers.

Pour toutes informations, rendez-vous sur le site Internet de Microcosm : http://microcosm.web.cern.ch/microcosm/Welcome-fr.html

Un programme s'intitulant «Elargis tes horizons» a été crée par le CERN afin d'inciter les jeunes filles à s'intéresser aux sciences. La journée d'animation a lieu le 14 novembre 2009 à l'Ecole internationale de Genève. Inscriptions et informations à la page suivante : http://user.web.cern.ch/user/news/2009/091105b.html

Signalons également que le **service des visites du CERN** organise des tours guidés gratuits. La visite dure environ une demi-journée. Elle commence par une introduction sur le CERN, suivie de la projection d'un film et de la visite d'une des expériences et/ou d'un accélérateur du laboratoire. Il est également possible (pour les groupes de plus de 12 personnes) d'avoir une plus longue visite (de 2 lieux expérimentaux). Pour de plus amples informations et pour la réservation, rendez-vous sur la page suivante :
http://public.web.cern.ch/public/Content/Chapters/VisitCERN/WhatIsVisit/WhatIsVisit-fr.html

Depuis l'automne 2005, une impressionnante sphère de 28 mètres de haut et de 40 mètres de diamètre a ouvert ses portes sur le site du CERN. L'ancien palais de l'Equilibre, construit pour l'Expo 02, a été offert au CERN qui en a fait un lieu d'exposition scientifique : **le Globe de la Science et de l'Innovation**. En attendant la mise en place de l'exposition permanente (qui explorera aussi bien les constituants de la matière que l'immensité du cosmos), le Globe ouvre ponctuellement ses portes pour des rencontres, des spectacles, des ateliers découverte et des expositions temporaires. Ainsi, par exemple, du 22 juin au 17 décembre 2006, les visiteurs pourront découvrir « A des années lumières », exposition dédiée à l'histoire de la matière et du cosmos.
Pour tous renseignements: http://globe.web.cern.ch/globe/Welcome.html

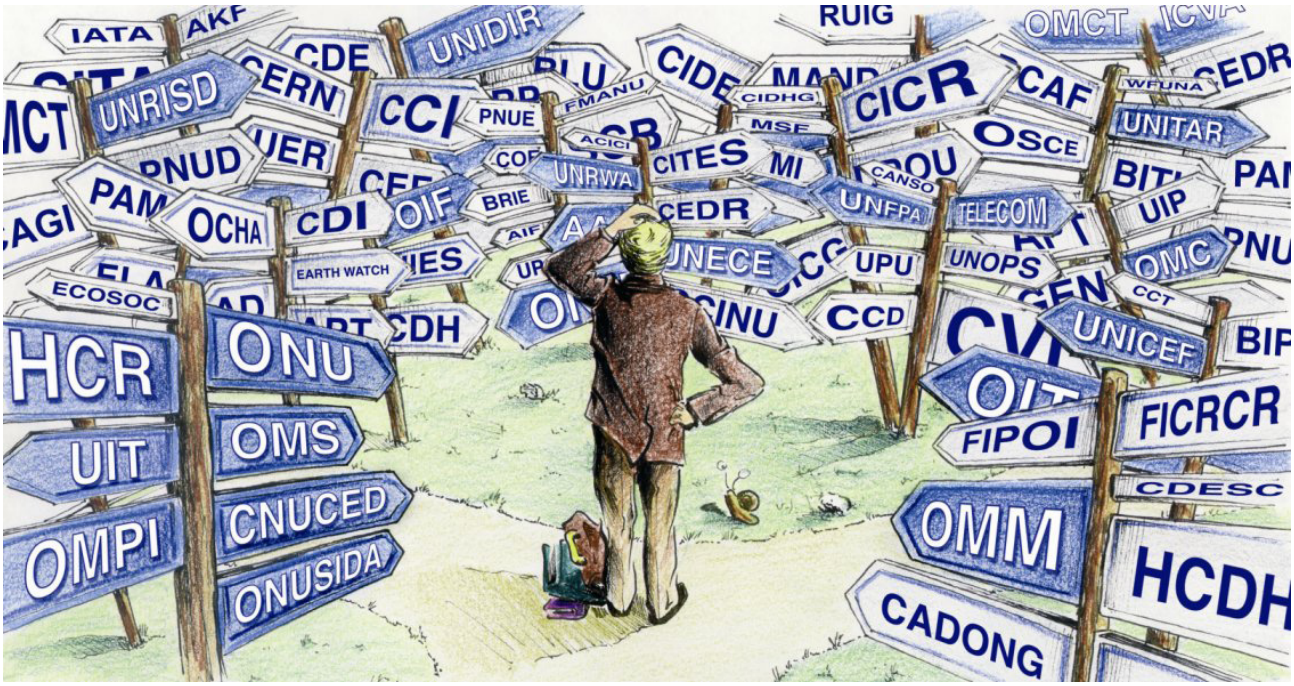
Source image : http://globe.web.cern.ch/globe/Globe-fr.html

Pour les plus jeunes (jusqu'à 12 ans), la Passerelle Sciences-Cités de l'Université de Genève organise toute l'année des **Goûters des sciences** afin de faire vivre aux enfants, le temps d'une après-midi, une immersion dans le monde passionnant de la science.
http://www.unige.ch/presse/service/passerelle/gouters.htmlf

Pour les plus grands, des **Cafés des sciences** sont organisés une fois par mois à Genève. Ils vous invitent à venir discuter de questions scientifiques, qu'elles soient physiques, naturelles, sociales ou humaines.
http://www.unige.ch/presse/service/passerelle/cafesciences.html

L'association « **Bancs publics** » a pour objectif d'organiser des rencontres entre scientifiques et citoyens pour débattre sur des sujets touchant aux sciences et techniques, particulièrement dans leur rapport avec la société. Elle regroupe différentes personnes actives dans le domaine de la culture scientifique de Genève et Lausanne (journalistes scientifiques ou non spécialisés, directeurs de musée, sociologues des sciences, etc.). Les cafés scientifiques se déroulent chaque dernier lundi du mois au Musée d'histoire des sciences.
Les prochains rendez-vous de bancs publics : www.bancspublics.ch

Sélection d'organisations



- **Institut des Nations Unies pour la recherche et la formation (UNITAR)**
- **Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire (CERN)**
- **Organisation Météorologique Mondiale (OMM)**
- **Agence des Nations Unies pour l'imagerie satellite (UNOSAT)**

Institut des Nations Unies pour la formation et la recherche (UNITAR)

Palais des Nations
CH-1211 Genève 10
Tél. : 022 917 84 55

Buts : L'UNITAR a été établi par l'Assemblée Générale des Nations Unies, en 1965, dans le but « d'améliorer l'efficacité des Nations Unies en accomplissant les principaux objectifs de l'Organisation, […] en particulier pour ce qui est de maintenir la paix et la sécurité et de favoriser le développement économique et social », grâce à la formation et à la recherche.

L'UNITAR organise des programmes de formation et de renforcement des capacités afin d'aider certains pays à relever les défis du XXIème siècle. Par ailleurs, l'Organisation gère des projets de recherche visant à identifier des approches de formation et de renforcement des compétences innovantes et établit des partenariats avec d'autres organisations des Nations Unies, des gouvernements, des organisations non gouvernementales, des entreprises et des universités, dans le but de développer et mettre en œuvre des programmes de formation et de renforcement des capacités adaptés aux besoins des pays.

Principales activités : Les programmes de l'UNITAR s'articulent autour de deux pôles d'activités :

- Formation en gestion des affaires internationales, d'une part : ces programmes sont conçus à l'intention des diplomates et du personnel des ministères des Etats membres qui, de par leurs fonctions, sont appelés à négocier dans des contextes multilatéraux ;
- Formation et renforcement des capacités liées au développement économique et social, d'autre part : ces activités servent principalement à renforcer les capacités humaines et institutionnelles.

Plus concrètement, l'UNITAR organise entre autres notamment les programmes suivants :

- Gestion des affaires internationales ;
- Établissement de la paix et diplomatie préventive ;
- Aspects juridiques de la gestion de la dette ;
- Les femmes et les enfants dans les situations de conflit ;
- Gestion des produits chimiques et des déchets ;
- Gouvernance environnementale et Démocratie ;
- Droit de l'environnement ;
- Changement climatique ;
- Coopération décentralisée ;
- UNOSAT ;
- Technologies de l'information ;
- Programme de formation par correspondance sur les opérations de maintien de la paix.

Type d'organisation : Institution autonome des Nations Unies ; l'institut ne reçoit pas d'assistance du Budget Ordinaire de l'Organisation, mais dépend exclusivement des contributions volontaires des Etats membres ou des fonds privés.

Directeur général : Marcel A. Boisard (2006).

Siège : Genève.

Nombre de collaborateurs : Environs 60 collaborateurs permanents, au siège à Genève et aux deux bureaux permanents à New York et à Hiroshima (Japon). En outre, l'institut bénéficie de l'appui d'un réseau important de professionnels spécialisés, recrutés en fonction des besoins de chaque programme.

Site web : www.unitar.org

Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire (CERN)

1211 Genève 23
Tél. : 022 767 84 84

Buts : Assurer une collaboration entre les Etats européens pour les recherches nucléaires de caractère purement scientifique et fondamental ainsi que pour d'autres recherches en rapport avec celles-ci. L'Organisation s'abstient de toute activité à fins militaires.

Principales activités :

- Recherche fondamentale ;
- Collaboration internationale ;
- Enseignement scientifique ;
- Transfert de technologies.

Quelques dates :

1951 Avec le soutien de l'UNESCO, 11 gouvernements européens décident de créer le Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire, un organe provisoire ayant pour mandat de constituer en Europe une organisation de rang mondial pour la recherche en physique fondamentale.
1954 La convention du CERN est ratifiée par 12 États européens donnant officiellement naissance à l'Organisation Européene pour la Recherche Nucléaire.
1957 Le premier accélérateur du CERN, le Synchro-Cyclotron (SC) à protons, est mis en service.
1965 Le gouvernement français permet au CERN d'agrandir son domaine sur le sol français. La même année, la construction des anneaux de stockage à intersections (ISR) est approuvée, leur mise en service est prévue pour 1971.
1971 Un second laboratoire est construit pour y placer le Super Synchrotron à Protons (SPS) de 7 kilomètres de circonférence.
1984 Carlo Rubbia et Simon van der Meer reçoivent le Prix Nobel de physique.
1989 Le Large Electron Positron (LEP), d'une circonférence de 27 kilomètres, est inauguré. La même année, Tim Berners-Lee propose le World Wide Web.
1992 Georges Charpak reçoit le Prix Nobel de physique pour la chambre proportionnelle multifils.
1994 La construction du Grand Collisionneur de Hadrons (LHC) est approuvée.
2001 Début du démontage du LEP pour être remplacé par le LHC.

Type d'organisation : Laboratoire européen comprenant 20 Etats membres qui contribuent au capital et aux frais d'exploitation des programmes du CERN, et sont représentés au Conseil. Cependant, de nombreux pays non-européens participent de différentes façons. Ainsi, par exemple, des scientifiques de 220 instituts et universités d'états non-membres utilisent les installations du CERN.

Siège de l'organisation : Genève.

Directeur général (2006) **:** Robert Aymar (France).

Nombre de collaborateurs : Plus de 3'000 personnes y sont employées quotidiennement. En outre, les installations du CERN sont utilisées par environ 6'700 scientifiques à travers le monde.

Site web : www.cern.ch

Organisation Météorologique Mondiale (OMM)

7 bis, avenue de la Paix
Case postale 2300
CH-1211 Genève 2
Tél. : 022 730 81 11

Buts : Assumer le rôle de chef de file au niveau mondial en matière d'expertise et de coopération internationale dans les domaines du temps, du climat, de l'hydrologie et des ressources en eau ainsi que pour toutes les questions environnementales connexes. Favoriser le progrès de la météorologie, de l'hydrologie et des sciences géophysiques.

Principales activités :

- Faciliter la coopération mondiale en matière d'observation et de services météorologiques ;
- Encourager l'échange rapide de l'information météorologique ainsi que la normalisation des observations ;
- Assurer la publication des données d'observation et des statistiques correspondantes
- Prévenir les catastrophes naturelles et atténuer leurs effets ;
- D'une manière générale, favoriser les applications de la météorologie au développement socio-économique (transports, questions relatives à l'eau, agriculture, etc), à la protection de l'environnement et à la formulation de politiques.

Quelques dates :

1947 Adoption à Washington de l'acte constitutif de l'OMM, la Convention météorologique mondiale.
1950 L'OMM est crée.
1951 Mise en place du système d'observation globale de la couche d'ozone.
1963 Lancement de la Veille météorologique mondiale (VMM), pierre angulaire des activités de l'Organisation. Ce Programme a pour vocation première de fournir aux pays Membres, en conjuguant les moyens, installations et services de ces mêmes pays, l'information météorologique et les données géophysiques et environnementales dont chacun d'entre eux a besoin pour assurer des prestations météorologiques efficaces.
1971 Mise en place du projet cyclones tropicaux, ancêtre du Programme actuel qui a pour but d'améliorer les systèmes de prévisions et d'alerte et la planification préalable dans des pays situés dans des régions exposées aux cyclones tropicaux afin de limiter les pertes en vies humaines ainsi que les dégâts matériels.
1979 Création du programme climatologique mondial (PCM) qui comprend trois volets : Programme mondial des données climatologiques et de surveillance du climat (PMDSC), le Programme mondial d'évaluation des incidences du climat et de formulation de stratégies de parade (PMICSP), le Programme mondial de recherche sur le climat (PMRC).
1988 Création du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) conjointement avec le PNUE.
1992 Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement, mise en place du système global d'observation du climat (GCOS) en collaboration avec d'autres organisations.
1993 Lancement du système mondial d'observation du cycle hydrologique (WHYCOS).
2003 Lancement du programme de prévention des catastrophes naturelles et du programme spatial.

Type d'organisation : Institution spécialisée des Nations Unies comprenant 187 Etats-membres.

Nombre de collaborateurs : environ 250.

Siège de l'organisation : Genève.

Secrétaire général actuel (2006) **:** Michel Jarraud (France).

Site web : www.wmo.int

UNITAR / UNOSAT Operational Satellite Applications Programme

Palais de Nations
CH - 1211 Genève 10
Tél. : 022 767 40 20

Buts : Au travers d'un portail Internet, d'un serveur d'image à la pointe de la technologie et d'un service technique capable de répondre efficacement aux demandes des utilisateurs 24 heures sur 24, l'UNOSAT a pour but d'encourager, de faciliter, d'accélérer et de développer l'utilisation d'informations géographiques dérivées d'images satellites (observation terrestre) par des professionnels aussi bien internationaux - Nations Unies et organismes associés oeuvrant sans but lucratif - que locaux (élus et techniciens des collectivités) impliqués ensemble dans la gestion des opérations humanitaires, de reconstruction, de recouvrement et de développement durable.

Principales activités :

L'UNOSAT a développé une gamme de services pour répondre aux besoins des différents acteurs du système des Nations Unies en matière d'information géographique dans les domaines suivants :

- Observation terrestre et fourniture de données ;
- Réalisation de cartes en lien avec des conflits et des situations d'urgences humanitaires ;
- Réalisation de cartes environnementales ;
- Réalisation de cartes de réduction de risque ;
- Réalisation rapide de cartes ;
- Formation.

D'autre part, l'UNOSAT fournit une assistance technique à la communauté humanitaire, pour la formulation de projets, la recherche de solutions techniques pertinentes et l'exécution de ces projets.

Quelques dates :

2002 Création de l'UNOSAT.

2004 Un Tsunami ravage l'Asie du sud est ; l'UNOSAT fournit aux organisations humanitaires présentes sur le terrain plusieurs centaines de cartes.
Etude hydro-géologique pour la recherche d'eau souterraine à l'est du Tchad, destinée à alimenter en eau les camps de réfugiés gérés par l'UNHCR dans cette région aride.

2005 Suite au tremblement de terre qui a ravagé le Kashmir, l'UNOSAT a produit une centaine de cartes sur cette région pour les acteurs humanitaires.

2006 L'UNOSAT produit plus de 70 cartes sur la région de Yogyakarta, affectée par un tremblement de terre.

Type d'organisation : L'UNOSAT est l'un des programmes de l'UNITAR (United Nation Institut for Training and Research), administré par l'UNOPS (UN Office for Project Services). Outre les organismes spécialisés du système des Nations Unies, le programme UNOSAT s'appuie sur un réseau de partenaires privés et publics.

Siège de l'organisation : Genève, Palais des Nations.

Directeur du Programme (2006) **:** Alain Retiere (France).

Nombre de collaborateurs : 20 personnes.

Site web : www.unosat.org

Quelques conventions

Le Protocole concernant la prohibition d'emploi à la guerre de gaz asphyxiants, toxiques ou similaires et de moyens bactériologiques

Entrée en vigueur : le 9 mai 1926
Le Protocole de Genève fut rédigé et signé lors de la Conférence sur le contrôle du commerce international des armes et des munitions, qui se tint à Genève du 4 mai au 17 juin 1925, sous les auspices de la Société des Nations (SDN).

- Les signataires reconnaissent l'interdiction d'emploi des gaz asphyxiants, toxiques et similaires et acceptent d'étendre cette interdiction aux moyens de guerre bactériologiques.
- Ils s'engagent également à fournir tous leurs efforts pour amener les autres Etats à adhérer au Protocole.
- Le Protocole de Genève n'interdit les armes chimiques que dans le cas d'un conflit entre deux pays. Il ne concerne ni leur utilisation par un pays contre une partie de sa population ni la possibilité pour un pays de développer, de produire et de vendre de telles armes.
- En 1990, 114 nations ont signé ce Protocole, se réservant cependant le droit de riposter à une attaque avec des armes de même nature.

Le Protocole concernant la prohibition d'emploi à la guerre de gaz asphyxiants, toxiques ou similaires et de moyens bactériologiques. Egalement appelé Protocole de Genève.

Entrée en vigueur : le 29 avril 1997
Négociée dans le cadre de la Conférence du désarmement qui se tint à Genève en juin 1991, la Convention a été ouverte à la signature à Paris le 13 janvier 1992. A ce jour, 178 nations l'ont ratifiée.

- La Convention interdit la mise au point, la fabrication, le stockage et l'emploi des armes chimiques et exige la destruction, tant des installations de production d'armes chimiques que de ces armes elles-mêmes.
- Elle complète et renforce le Protocole de Genève en stipulant que les armes chimiques ne pourront être employées en aucune circonstance.
- Elle prévoit également un système d'assistance et de protection des Etats menacés ou attaqués au moyen d'armes chimiques.
- Une innovation importante de cette Convention est son système de vérification reposant sur :
  Des déclarations nationales de données relatives à la production chimique industrielle;
  Des inspections continuelles et de routine des installations concernées par le traité;
  Des inspections par mise en demeure de toute installation sur le territoire d'un Etat partie.
- La destruction de toutes les armes chimiques existantes doit intervenir dans les dix années après l'entrée en vigueur de la Convention. L'Organisation pour l'interdiction des armes chimiques (OIAC) a été crée pour s'assurer que tous les pays respectent cette Convention.

La Convention de Rotterdam sur la procédure de consentement préalable en connaissance de cause (PIC)

Entrée en vigueur : le 24 février 2004
La Convention de Rotterdam a été adoptée le 10 septembre 1998 par une Conférence de plénipotentiaires à Rotterdam (Pays-Bas). On compte aujourd'hui 73 signataires.

- La Convention de Rotterdam est un accord environnemental multilatéral dont l'objectif est d'encourager le partage des responsabilités et une plus grande coopération dans le domaine du commerce international de certains produits chimiques jugés dangereux.
- Elle vise une meilleure protection de la santé des personnes et de l'environnement contre des préjudices éventuels et contribue à l'utilisation écologiquement rationnelle de ces produits.
- La Convention permet aux pays du monde entier de surveiller et de contrôler le commerce de certains produits chimiques dangereux. Il s'agit d'un instrument qui permet aux Parties de décider en connaissance de cause quels produits chimiques elles souhaitent importer et ceux qu'elles veulent exclure parce qu'elles n'arrivent pas à gérer leur utilisation en toute sécurité.
- Parallèlement, la Convention interdit 22 pesticides et 5 produits chimiques industriels ; il est probable que beaucoup d'autres substances viendront s'ajouter à cette liste.

La Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants (POP)

Entrée en vigueur : le 17 mai 2004.
Adoptée par 119 pays, cette Convention est le traité majeur en matière de POP. Elle se fonde principalement sur le principe de précaution.

- Elle vise à contrôler, à réduire ou à éliminer les rejets, les émissions ou les fuites de POP.
- Elle définit les substances visées (12 POP prioritaires entre pesticides, produits chimiques industriels et sous-produits chimiques involontaires), tout en laissant la possibilité d'en ajouter de nouvelles, ainsi que les règles relatives à la production, l'importation et l'exportation de ces substances.
- Elle contraint les Etats parties à prendre des mesures afin d'atteindre les buts de la Convention, dont notamment la cessation de production et d'utilisation des pesticides énumérés, la permission rigoureusement conditionnée d'importation et d'exportation des POP ou encore la prévention et la réduction des rejets de POP produits de façon inintentionnelle.

La Déclaration universelle sur le génome humain et les droit de l'Homme

Entrée en vigueur : 11 novembre 1997
La Déclaration universelle sur le génome humain et les droits de l'Homme a été adoptée à l'unanimité à la 29ème Conférence générale de l'UNESCO, le 11 novembre 1997. L'année suivante, l'Assemblée générale des Nations Unies l'a fait sienne. Cette résolution déclaratoire n'a pas de valeur juridique mais sont retentissement a été très important.

- Selon ce texte, chaque individu a droit au respect de sa dignité et de ses droits, quelles que soient ses caractéristiques génétiques. Cette dignité impose de ne pas réduire les individus à leurs caractéristiques génétiques et de respecter le caractère unique de chacun et leur diversité.
- Selon ce texte, les pratiques qui sont contraires à la dignité humaine, telles que le clonage reproductif, ne doivent pas être permises. Les Etats et les organisations internationales compétentes sont invités à coopérer afin d'identifier de telles pratiques et de prendre les mesures qui s'imposent.
- La Déclaration incite donc les Etats à prendre les mesures appropriées pour fixer le cadre du libre exercice des activités de recherche sur le génome humain, et ce afin de garantir le respect des droits de l'Homme, des libertés fondamentales, de la dignité humaine et la protection de la santé publique.

La Déclaration des Nations Unies sur le clonage des êtres humains

Entrée en vigueur : le 08 mars 2005
Le 8 mars 2005, l'Assemblée générale des Nations Unies a adopté la Déclaration des Nations Unies sur le clonage des êtres humains, par 84 voix pour, 34 contre et 37 abstentions. Cette résolution déclaratoire n'a pas de valeur juridique mais les Etats Membres sont invités à prendre une série de mesures :

- Les Etats Membres sont invités à adopter toutes les mesures voulues pour protéger comme il convient la vie humaine dans l'application des sciences de la vie.
- Les Etats Membres sont invités à interdire toutes les formes de clonage humain dans la mesure où elles seraient incompatibles avec la dignité humaine et la protection de la vie humaine.
- Les Etats Membres sont invités, en outre, à adopter les mesures voulues pour interdire l'application des techniques de génie génétique qui pourrait aller à l'encontre de la dignité humaine.
- Les Etats Membres sont invités à prendre les mesures voulues pour écarter le risque de l'exploitation des femmes dans l'application des sciences de la vie.
- Les Etats Membres sont également invités à adopter et à appliquer sans délai une législation nationale donnant effet aux paragraphes précédents.
- Les Etats Membres sont en outre invités, dans les ressources qu'ils consacrent à la recherche médicale, y compris aux sciences de la vie, à ne pas méconnaître les problèmes de portée mondiale urgents tels que le VIH/sida, la tuberculose et le paludisme, qui touchent particulièrement les pays en développement.

La Convention sur l'interdiction de la mise au point, de la fabrication et du stockage des armes bactériologiques (biologiques) ou à toxines et sur leur destruction

Entrée en vigueur : le 26 mars 1975
Cette Convention marque un pas décisif dans l'interdiction et la suppression des armes de destruction massive, et se veut complémentaire au Protocole de Genève. Son objectif ultime est d'exclure totalement la possibilité de voir des agents bactériologiques (biologiques) ou des toxines être utilisés en tant qu'armes. A ce jour, 144 Etats y ont adhéré.

- L'obligation fondamentale d'un Etat partie réside dans son obligation à ne jamais mettre au point, fabriquer, stocker, ni acquérir ou conserver : des agents microbiologiques ou biologiques et des toxines, ainsi que des armes, de l'équipement ou des vecteurs destinés à l'emploi de tels agents à des fins hostiles ou dans des conflits armés. Chaque Etat doit prendre les mesures nationales nécessaires pour atteindre cet objectif.
- Les Etats parties s'engagent également à détruire ou à convertir à des fins pacifiques, tous les agents, toxines, armes, équipements et vecteurs dont qui se trouvent en sa possession ou sous sa juridiction ou son contrôle.

Références sur Internet

http://africa-at-home.web.cern.ch

Le site d'AFRICA@home est un site web dédié aux projets de calcul partagé bénévole. Grâce à votre ordinateur, vous pouvez apporter votre contribution à certaines causes humanitaires en Afrique.

- Pour mieux comprendre ce qu'est le calcul bénévole.
  http://africa-at-home.web.cern.ch/africa%2Dat%2Dhome/fr/boinc.htm

www.cern.ch

Le site du CERN est essentiel pour mieux comprendre les activités de l'organisation, se tenir au courant des projets en cours et des domaines de recherche actuels. Le site web allant être prochainement mis à jour, nous ne pouvons donner de liens.

http://earth.google.com/

Page web où il est possible de télécharger gratuitement le logiciel Google Earth. Il met à votre disposition des informations géographiques sur le monde entier en associant des images satellite, des plans, des cartes et la puissance de la recherche Google. Il permet de survoler la planète comme d'explorer son quartier !

http://gridcafe-f.web.cern.ch/gridcafe-f/

Site entièrement consacré au projet du GRID. Il fourmille d'informations et d'explications pédagogiques sur cette nouvelle technologie. Nous vous conseillons les pages suivantes :

- Pour une définition du GRID.
  http://gridcafe-f.web.cern.ch/gridcafe-f/whatisgrid/whatis.html
- Pour mieux comprendre pourquoi les scientifiques ont besoin de cette nouvelle technologie.
  http://gridcafe-f.web.cern.ch/gridcafe-f/whatisgrid/dreamers.html
- Pour des explications animées et pédagogiques sur la Grille, son fonctionnement et son utilité.
  http://gridcafe-f.web.cern.ch/gridcafe-f/animations.html
- Pour un aperçu des différents projets menés par le CERN dans la technologie GRID.
  http://gridcafe-f.web.cern.ch/gridcafe-f/GridatCERN/gridatcern.html

http://info.greenpeace.ch/fr

Site de Greenpeace Suisse. Riche en informations sur le nucléaire, la chimie, le génie génétique, les forêts et les océans et le climat. Nous recommandons d'aller sur les liens suivants :

- Un excellent dossier sur les technologies toxiques.
  info.greenpeace.ch/fr/chimie/documents/e_dechets
- Un document traitant de la dangerosité des aliments génétiquement modifiés.
  info.greenpeace.ch/fr/genie/documents/ogm_danger

www.malariacontrol.net

Site (en anglais) du programme de calcul bénévole dans la recherche contre le paludisme. Ce site permet de mieux comprendre le fonctionnement de cette technologie, d'avoir accès à de nombreuses statistiques ainsi que de télécharger le programme de calcul bénévole.

www.meteosuisse.ch/web/fr/meteo.html

Site de l'Office fédérale de météorologie et de climatologie Météo Suisse. Ce site contient, entre autres, des prévisions détaillées pour l'ensemble du pays, des mesures de l'ozone et une rubrique de météosensibilité expliquant l'incidence des conditions climatiques sur la santé (insomnie, migraine, rhumatisme, performances intellectuelles, etc.).

www.opcw.org/fr/index.html

Site de l'Organisation pour l'interdiction des armes chimiques (OIAC). Très complet et très riche, ce site offre un bon panorama de la situation actuelle. Entre Conventions, documents officiels, statistiques évolutives et historique du désarmement chimique, ce site permet de mieux comprendre les enjeux actuels en la matière.

www.prevention2000.org/cat_nat/index.htm

Portail éducatif francophone sur les risques naturels et leurs préventions. Conçu comme un outil pédagogique, ce site regorge d'informations sur les catastrophes naturelles. Nous vous conseillons plus particulièrement les pages suivantes :

- Pour une définition des différents risques naturels et des liens sur des sites passionnants.
  http://www.prevention2000.org/cat_nat/index2.htm
- Pour différents faits et chiffres concernant les catastrophes naturelles.
  http://www.prevention2000.org/cat_nat/index5.htm

www.unitar.org

Site de l'UNITAR, présentant ses objectifs et ses différents programmes. Pour plus d'informations, vous pouvez consulter les pages suivantes :

- Présentation rapide concernant le programme de gestion des déchets chimiques.
  http://www.unitar.org/cwg/french.html
- Dossier de présentation complet du programme avec description détaillée du cadre législatif, des Conventions essentielles dans le domaine et des caractéristiques d'élaboration du Profil national.
  http://www.unitar.org/cwg/publications/cw/inp/inp_gd_200405_(13_may2004_rouge_fr.pdf
- Site du programme UNOSAT.
  http://unosat.web.cern.ch/unosat/

www.wmo.ch

Site de l'Organisation météorologique mondiale. D'une présentation générales des activités de l'OMM à des descriptions détaillées des différents programmes, ce site est pour le moins complet. Cependant, la très large majorité des rubriques ne sont accessibles qu'en anglais. Nous vous conseillons les pages suivantes :

- Pour une présentation très complète de l'OMM, avec historique, structures et principales activités.
  http://www.wmo.ch/web-fr/aboutusfr/about_us_fr.ppt
- Pour avoir accès à différentes statistiques sur les catastrophes naturelles.
  http://www.wmo.int/wmd/WMO23March2006.ppt
- Pour des résumés mensuels des catastrophes naturelles qui se produisent dans le monde.
  http://www.wmo.int/meteoworld/en/disasters.htm

Et encore...

- Le site de la Convention de Rotterdam.
  http://www.pic.int/
- Deux articles très instructifs sur le NERICA.
  http://www.warda.cgiar.org/publications/NERICfr8.pdf
  http://www.warda.org/NERICA%20flyer/technology%20-%20fr.htm

Sources couverture

1. Image satellite - http://www.clima.fr/dossier/images/CEvis090702.jpg
2. Expérience au CERN - http://www.kip.uni-heidelberg.de/atlas/outreach/hands-on/
3. CERN - http://it-dep.web.cern.ch/it-dep/need-help/first-week-survival.asp
4. Einstein - http://www.sandrodicarlodarsa.com/blog/archives/308
5. Wikipedia - http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Groves_Oppenheimer.jpg
6. Wikipedia - http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Schistocerca_gregaria_solitary.jpg
7. Georges Charpak, CERN - http://cern50.web.cern.ch/cern50/news/040514/040514_fr.html
8. Wikipedia - http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:ECAT-Exact-HR--PET-Scanner.jpg

Sélection de revues scientifiques

www.cerncourier.com

Le « Cern Courier » est le mensuel scientifique du CERN. S'adressant principalement aux physiciens, il publie en anglais de nombreux articles concernant à la fois l'actualité du CERN et l'actualité de la recherche scientifique en général.

www.newscientist.com/home.ns

« New Scientist » est un magazine scientifique international hebdomadaire qui s'intéresse aux développements de la science et de la technologie. Il publie en anglais des articles sur les événements récents et les nouvelles issues de la communauté scientifique, ainsi que des articles de prospective qui peuvent être tout aussi bien techniques que philosophiques.

www.pourlascience.com

« Pour la science » est l'édition française de la revue de vulgarisation scientifique américaine Scientific American. Elle est surnommée la revue des Nobel en raison du nombre important d'articles écrits par des futurs lauréats du prix. En plus d'articles de fond, elle présente des informations sur l'actualité scientifique internationale et propose régulièrement des rubriques telles le Bloc-note du mathématicien bordelais Didier Nordon.

www.science-et-vie.com

« Science et Vie » est le premier magazine européen concernant l'actualité scientifique. Lancé en 1913, il s'attache à livrer une explication claire et lisible dans les domaines de la science et de la technique. Pour les plus jeunes, le magazine a lancé « Science et Vie Junior ».

www.sciencemag.org

Site Internet de la revue américaine mythique « Science magazine » créée par Thomas Edison en 1880. Rapidement devenue la revue de référence, publiant notamment des articles d'Albert Einstein, d'Edwin Hubble et de Louis Leakey, Science magazine est aujourd'hui la revue générale scientifique la plus vendue dans le monde.