

Ligne du Temps de la Chimie

Préambule

Toute science progresse par la réalisation et l'interprétation d'expériences, par l'introduction de nouveaux concepts, ... Des améliorations et corrections se succèdent alors, dévoilant parfois des erreurs ou des imprécisions du passé. Dans de nombreuses situations, la recherche scientifique induit des interrogations sur l'articulation des travaux actuels par rapport à la masse des connaissances précédentes. Dès lors, on se rend compte qu'une connaissance, une culture, même partielle, en histoire des sciences, constitue un avantage majeur pour l'étudiant, l'enseignant et plus généralement le scientifique. Cette page est destinée à apporter une contribution dans ce sens en fournissant un outil pédagogique pour l'enseignement de la chimie et plus généralement des sciences,

La présentation choisie, une ligne du temps, constitue un support chronologique pour une meilleure connaissance de la chimie, basée sur les expériences et découvertes fondamentales qui ont permis l'avancement de la science. Par sa présentation en deux colonnes, elle a aussi comme objectif de mettre en perspective des travaux ayant une place importante en chimie par rapport à d'autres faits ou découvertes, parfois prépondérant lors de développements ultérieurs en chimie. C'est d'autant plus important qu'il n'existe pas une définition unique de la chimie, et que le classement de certains faits dans la colonne chimie ou dans la colonne "autres domaines" relève parfois de l'arbitraire.

L'aspect chronologique est (sera) complété par des hyperliens permettant une approche historique plus thématique. De cette façon, cette page devrait constituer un outil efficace pour les étudiants et les enseignants en chimie.

Au-delà de la présentation d'une liste impressionnante de découvertes, on peut trouver dans cette page un moyen d'aborder l'histoire des sciences, sans évidemment remplacer un cours ou un ouvrage spécialisé dans ce domaine.

Note de l'auteur : N'étant pas historien des sciences (ni même de la chimie), des omissions, des imprécisions ou des erreurs peuvent subsister dans ce document, même si une attention particulière a été accordée pour recouper les différentes informations mentionnées. De plus, la présentation de l'un ou l'autre fait, spécialement dans la colonne "autres domaines", laisse transparaître mes propres opinions, sans volonté aucune de blesser qui que ce soit. Je vous remercie de votre compréhension. - Didier Villers

Préhistoire : paléolithique, néolithique. Les premières civilisations : Égypte et Mésopotamie

En chimie	-----	Dans les autres domaines
	~ -3 000 000	Les premiers hommes utilisent comme outils primitifs des silex taillés

En chimie		Dans les autres domaines
On a découvert des traces de foyers à l'époque paléolithique, utilisés comme source de lumière et de chaleur (cavernes), comme arme contre les prédateurs et pour la cuisson des aliments. Un des premiers matériaux utilisés par l'homme a été l'argile dont la cuisson permet la confection de divers objet : cela contribuera à l'apparition ultérieure de la poterie (pratique et artistique).	~ -400 000	
L'analyse de lampes découvertes sur le site de Mochlos à l'est de la Crète montre que la combustion de la cire d'abeille était utilisée pour s'éclairer	~ -20 000	Travail des peaux (tannées à l'aide d'urine) Vannerie Haches, couteaux, perçoirs,...
<p>Les peuples du Moyen-Orient exploitent l'asphalte naturel pour ses qualités d'adhésivité, d'imperméabilité, d'élasticité. C'est une matière première pour la confection de coupes et de statuettes, un ciment pour la construction de bâtiments, du mastic pour lutter contre les infiltrations d'eau</p> <p>Le charbon de bois est utilisé depuis longtemps comme pigment noir dans les peintures préhistoriques. Il va progressivement être introduit comme combustible, et utilisé comme réducteur dans les premiers procédés métallurgiques.</p> <p>L'or était trouvé à l'état natif. Ce métal étant inaltérable dans les conditions naturelles, il n'a fait l'objet d'aucune manipulation chimique durant l'antiquité. Sa très faible réactivité faisait de lui un métal "parfait" ou précieux, d'où son importance monétaire et artistique.</p> <p>La chaux est utilisée comme liant dans les constructions et sert dans la fabrication d'enduits ou la réalisation de fresques.</p> <p>Le plâtre</p>	~ -10 000 à -5000	Domestication d'animaux Agriculture Premières poteries Premiers tissages Pilons et bols en pierre
Le cuivre a existé à l'état natif. Sous forme impure, on le trouve principalement dans la malachite ($\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_3$) extraite, entre autres endroits, des mines du roi Salomon. Son commerce a été longtemps une source de richesse.	~ -4000	premiers calendriers
Le natron (carbonate de sodium) fut utilisé pour la momification dans l'ancienne Egypte, et le chlorure de sodium fut employé pour le salage ou le saumurage des poissons.	~ -3500	Utilisation de la roue Premiers bateaux sur les cours d'eau.
	~ -3300	Début de l'écriture en Mésopotamie et premiers systèmes métrologiques.
	~ -3100	écriture et systèmes métrologiques en égypte.

En chimie	-----	Dans les autres domaines
âge du bronze (alliage 90% en cuivre et 10% en étain). L'étain nécessaire à la création d'un tel alliage était alors abondant. Ce mélange donne un point de fusion abaissé, Il était utilisé initialement dans la confection d'armes. Les premières bougies Des objets de luxe, des récipients sont fabriqués en verre.	~ -3000	
	~ -2900	Première carte connue égypte Observation systématique du ciel (Mésopotamie, égypte, Inde, Chine)
	~ -2800	
Extraction de l'or (égypte)	~ -2750	
L'utilisation du fer en métallurgie a été plus tardive car plus difficile. Les minéraux (oxydes) étaient réduits par le charbon de bois. Très vite lors de cette opération, l'homme s'est aperçu que mélanger certaines quantités de carbone à ce fer le rendait plus tranchant, plus résistant. Ce fut le premier acier. Son utilisation a été d'abord militaire, par la production d'armes d'une dureté plus grande que celle en bronze.	~ -2500	Premiers textes mathématiques les anciens Egyptiens remarquent que leurs traîneaux glissaient mieux sur le sable mouillé (ils aspergent donc d'eau les chemins à emprunter).
	~ -2000	Domestication du cheval
	~ -1500	Les Phéniciens développent un alphabet
Le laiton (un alliage de zinc et de cuivre) est utilisé. On en retrouve dans des pièces romaines.	~ -1000	

La Grèce antique, le moyen-âge, l'orient, la civilisation arabe, l'alchimie

En chimie	-----	Dans les autres domaines
Théorie élémentale (Homère) reliant l'eau, la terre et le feu.	~ -700	Premiers aqueducs

En chimie	-----	Dans les autres domaines
<p>Démocrite et les premières idées atomistiques. Selon lui, la matière est faite d'atomes en nombre très grand mais fini. Atomos en grec signifie indivisible ou insécable. La cohésion d'un solide est due à l'entrelacement d'atomes crochus et les liquides sont caractérisés par des atomes lisses et ronds qui glissent facilement. Il s'agit, comme la théorie élémentale, d'une théorie totalement philosophique, sans expériences ou contre-expériences justificatrices.</p> <p>Thalès, Empédocle, Héraclite et Aristote (Grèce) introduisent l'idée (farfelue) que la nature des choses s'explique à l'aide des 4 éléments : le feu, l'air, l'eau et la terre. Ils complètent de la sorte la théorie élémentale introduite par Homère quelques siècles auparavant. Le terme "élément" étant compris comme une qualité ou une propriété générale de la matière.</p>	~ -500	<p>Description des cinq solides platoniciens, les polyèdres convexes constitués de polygones réguliers égaux.</p> <p>Thalès énonce géométriquement les concepts de linéarité et proportionnalité.</p> <p>Pythagore et les pythagoriciens étudient les nombres et la géométrie. En plus du théorème célèbre, c'est la preuve de l'irrationalité de certains nombres. Utilisation des rationnels dans la construction de la gamme musicale.</p> <p>Zénon énonce des paradoxes liés à la notion d'infini.</p>
	~ -400	<p>Euclide donne de nombreux énoncés d'arithmétique, pas nécessairement appliqués, tel la démonstration de l'infini des nombres premiers.</p>
<p>Le savon est connu des Celtes et des Romains. Sa découverte est plus ancienne et résulte probablement de la constatation d'effets nettoyants obtenus par le mélange de graisse animale et de cendre de bois (composé alcalin).</p> <p>Un ingénieur alexandrin, Philon de Byzance, invente vers 250 avant JC un "thermoscope" qui démontre le phénomène thermique de dilatation de l'air.</p>	~ -300	<p>Theophraste (-320) entreprend l'étude systématique de la botanique.</p> <p>Herophilus (-280) étudie le système nerveux et distingue les nerfs moteurs et sensoriels.</p> <p>Archimète expérimente sur les leviers et les poulies.</p>
	~ -200	<p>Erathostène évalue la circonference de la terre</p>
	~ -150	<p>Hipparque invente l'astrolabe. Quelques années plus tard, il créera une échelle (magnitude) de la luminosité apparente des étoiles et établira une carte détaillée du ciel.</p>
<p>Lucrèce vulgarise la théorie atomique dans son De Natura Rerum (De la nature des choses).</p> <p>Héron d'Alexandrie perfectionne le thermoscope.</p>	~ -100	<p>Le soufflage du verre à l'aide d'une canne est découvert en Syrie.</p>
	~ 0	<p>Jules César et Sosigène développent un calendrier solaire avec des années bissextiles tous les quatre ans.</p>

En chimie	-----	Dans les autres domaines
La "potasse" (K_2CO_3) était utilisée pour l'enrichissement du sol, puis pour la coloration de verres.	~ 100	
	105	Tsai Lun invente le papier (en fait, l'invention serait plus ancienne!).
	150	Galien établit des notions de référence en anatomie, à partir d'animaux. Elles sont contestables du point de vue physiologie (théorie des humeurs).
	350	Les Chinois développent une technique d'impression de pages utilisant des symboles gravés sur un bloc de bois.
	550	Des mathématiciens hindous introduisent une représentation "zéro" dans un système de notation numérique.
L'alchimiste arabe Jabir Ibn-Hayyin, appelé parfois "Geber", aurait découvert de nombreuses substances chimiques. D'autres alchimistes, chinois, en quête du secret de l'immortalité, créent différentes sortes d'élixirs à base de mercure, de soufre, d'arsenic.	700	La porcelaine est inventée en Chine. Les moulins à vent sont inventés en Perse.
	800	Al-Battani, astronome et mathématicien, introduit les sinus et cosinus
	900	
Mesures du poids spécifique de plusieurs substances Avicenne (980-1037), médecin, philosophe et alchimiste arabe d'origine iranienne	~ 1000	Al-Karagi étudie l'algèbre des polynômes.
	1054	Dès le 4 juillet, des astronomes chinois et des indiens d'Amériques observent durant 23 jours l'explosion d'une supernova (devenue la nébuleuse du crabe).
	1066	En Angleterre, l'apparition d'une comète est marquée dans une tapisserie, et interprétée à l'époque comme un mauvais présage Il s'agit d'un des premiers passages répertoriés de la comète de Halley.
Les Chinois développent les premières fusées.	~ 1150	Les textes chinois mentionnent l'utilisation de la boussole pour la navigation.
Premières expérimentations avec des bases et des acides	~ 1200	L'utilisation du zéro est introduite en Europe.
Roger Bacon	~ 1250	
	1284	Al-Quarashi décrit l'anatomie du cœur et sa façon de fonctionner.
L'alchimie est interdite par le Pape.	1317	
	1348	La peste noire apparaît en Europe. Elle fera plus de 25 millions de victimes (un tiers de la population).

1454 à 1700 - Le passage de l'alchimie à la chimie, la révolution scientifique, l'envol des sciences, ..., les gaz

En chimie	-----	Dans les autres domaines
	1454	Johannes Gutenberg achève une presse utilisant des caractères métalliques mobiles.
Léonard de Vinci décrit la capillarité en observant la montée capillaire dans des tubes de faible diamètre.	1490	
Paracelse, médecin et Alchimiste suisse (1493-1541), réalise de nombreuses expériences (études de l'acide nitrique, des sels et des sulfates, découverte de produits narcotiques, du rôle des éthers, utilisation des poisons). Ses écrits sont particulièrement nombreux. Il oriente vers la thérapeutique l'alchimie qui s'épuisait dans une recherche stérile de la transmutation des métaux Bernard Palissy (1510-1590) mettra au point la fabrication de la faïence, des émaux.	~ 1500	En 1502, Peter Henlein construit la première montre de poche.
	~ 1510	Nicolas COPERNIC conçoit la Terre comme une planète en mouvement autour du Soleil
	1543	André Vésale, médecin flamand publie un ouvrage d'anatomie scientifique "De corporis humani fabrica" (la fabrique du corps humain).
"De re metallica" publication posthume de GEORG BAUER dit AGRICOLA (1494-1555), expose des problèmes d'extraction et de traitement des minerais. Premières mentions écrites du métal platine.	1556	
	1561	Ambroise Paré, chirurgien autodidacte publie deux ouvrages de médecine sur l'anatomie et la chirurgie des plaies.
	1582	Le pape Grégoire XIII propose le calendrier grégorien que nous connaissons pour corriger une erreur de 10 jours accumulée par l'usage du calendrier julien. Il fut décidé que le lendemain du jeudi 4 octobre 1582 serait le vendredi 15 octobre 1582. Le nouveau calendrier grégorien stipule que les années multiples de 100 ne sont plus bissextiles sauf si elles sont divisibles par 400
	1591	Le mathématicien anglais Thomas Harriot observe la forme hexagonale des flocons de neige.
	1595	Zacharias Janssen invente le premier microscope

En chimie		Dans les autres domaines
Jean-Baptiste Van Helmont 1577-1644, médecin et chimiste belge. Inventeur du mot gaz initialement sous la forme gas et tiré du mot chaos. Il fait de l'eau la substance primordiale unique. Il identifie le "gaz sylvestre" (le dioxyde de carbone) qui se dégage lors de la combustion, ou lorsqu'on verse de l'acide sur du calcaire, ou lors d'une fermentation.	1597	Andreas Libavius publie à Francfort le premier recueil de chimie dont le titre indique clairement les liens avec la médecine et la pharmacie.
Vincenzo Casarido découvre le sulfure de baryum.	~ 1600	Le chancelier anglais Francis Bacon (1561-1626), combinant une carrière politique et philosophique, s'exprime en faveur de l'expérimentation scientifique et de la communication à la communauté "savante".
Johannes Hartmann donne à l'Université de Marburg les premiers cours de chimie.	1608	Le Hollandais Hans Lippershey invente un instrument d'optique que Galilée appellera télescope (il le perfectionnera également).
Beguin publie "éléments de chymie". Il s'agit d'un des premiers efforts conscients et aboutis de présentation théorique systématisée de la doctrine chimique, contenant aussi bien des principes et des opérations de nature réellement alchimique, que de recettes pratiques de laboratoire (distillations, préparations ...).	1609	J. Kepler décrit le problème de l'arrangement de sphères identiques comme équivalent à l'empilement traditionnel de boulets de canons. Il affirme que cette façon de procéder aboutit à l'arrangement le plus dense. Cette affirmation est alors connue comme la conjecture de Kepler, que de nombreux scientifiques tenteront de démontrer.
	1610	
	1611	Dans 'De nive sexangula', Kepler étudie la symétrie hexagonale des cristaux de neige.
	1613	Beeckman : conservation du mouvement
	1614	John Napier expose les logarithmes népériens dans "irifici Logarithmorum Canonis Descriptio".
Un alchimiste hollandais Cornelis Drebbel aurait obtenu, par pyrolyse du salpêtre (nitrate de sodium), un "air" (en fait de l'oxygène) qui lui permettait de rester pendant des temps prolongés dans un sous-marin de sa conception.	1620	
	1621	Willebrord Snell établit la loi de la réfraction
	1622	William Oughtred invente la règle à calculer.

En chimie	-----	Dans les autres domaines
<p>Jean Rey (1583 - 1645), travaillant sur la calcination de l'estain et le plomb conclue par ses observations que "Quant on chauffe un métal à l'air, il se forme une chaux (= OXYDE)plus lourde que le métal."</p> <p>Le médecin Santorio Santorio (1561-1636), professeur de médecine théorique à Padoue, a eu l'idée de transformer l'appareil de Héron d'Alexandrie de manière à pouvoir mesurer le degré de chaleur. Il avait déjà signalé son instrument dans une publication de 1612. Plusieurs biographes ont attribué cette invention à Galilée.</p>	1630	
	1633	Procès de Galilée.
	1635	Première mesure de la vitesse du son (Mersenne)
	1637	<p>René Descartes écrit sa théorie de la réfraction de la lumière et explique les nuages et l'arc-en-ciel.</p> <p>Pierre de Fermat prétend avoir démontré une conjecture qui portera son nom. Celle-ci indique que si n est supérieur à 2, il n'existe pas d'entiers x, y et z non nuls pour lesquels : $x^n + y^n = z^n$. Elle a été prouvée en 1993 après 350 années d'efforts et de recherche des mathématiciens du monde entier.</p>
Torricelli invente le baromètre qui porte son nom, utilisant comme liquide le mercure.	1643	
Otto von Guericke construit la première pompe à vide.	1645	
Boyle entreprend l'étude des acides en utilisant le sirop de violette comme indicateur. C'est le premier indicateur coloré.		
le grand-duc de Toscane, Ferdinand II de Médicis (1610-1670) fait fabriquer le premier thermomètre véritable, à alcool, constitué par un tube de verre fermé à une extrémité et terminé à l'autre par un réservoir en forme de boule	1654	
L'expérience des deux hémisphères de Magdeburg est réalisée par von Guericke.	1655	
	1656	Christian Huygens construit la première horloge précise à balancier. Il découvre également les anneaux de saturne.
	1657	Pierre de Fermat introduit en optique le principe qui spécifie que le trajet suivi par la lumière est celui qui minimise le temps.
Johann Rudolph Glauber (1604 - 1668) découvre le sulfate de sodium hydraté, appelé sel de Glauber, qui est utilisé comme médicament et comme fondant en métallurgie.	1658	

En chimie	-----	Dans les autres domaines
	1660	Hooke découvre la loi de l'élasticité qui porte son nom.
Robert Boyle construit avec Robert Hooke une pompe à air grâce à laquelle il étudie la variation du volume d'un gaz en fonction de sa pression. Cela le conduit à la découverte de la loi qui porte son nom et celui de Edme Mariotte, qui expérimentait alors indépendamment en France : "PV=Constante à température fixée pour un système fermé". Ce travail est publié par Boyle dans la seconde édition de "The Spring and Weight of the Air".	1662	
	1665	Hooke construit un microscope et réalise des observations biologiques publiées dans le livre "Micrographia".
Boyle montre que la respiration et la combustion sont des phénomènes similaires.	1667	
Découverte du phosphore	1669	Investigation des angles des cristaux publié dans 'De solido intra sodium naturaliter contendo' par Nicolaus Steno, ou Niels Steensen, géologue et anatomiste danois. (première loi de constance des angles, dans ce cas pour des cristaux de quartz)
Giovanni Borelli montre que l'ascension capillaire est inversement proportionnelle au rayon du tube.	1670	
	1673	Leeuwenhoeck décrit l'observation de globules rouges dans une lettre adressée à la Royal Society. Jan Swammerdam avait probablement réalisé cette observation auparavant.
	1676	Romér mesure la vitesse de la lumière
Mariotte : loi des gaz	1679	
Robert Boyle recouvre un morceau de papier avec du phosphore, et un morceau de bois avec du soufre. Il frotte le bois sur le papier et obtient du feu. Le principe de l'allumette est né, sans être exploité à cette époque.	1680	
Denis Papin invente la marmite "à pression".	1681	
	1686	Edmund Halley établit la relation entre la pression barométrique et l'altitude par rapport au niveau de la mer.
	1687	Isaac Newton publie son oeuvre maîtresse "Philosophiae naturalis principia mathematica" dans laquelle il formule la loi de gravitation universelle.
	1690	Denis Papin crée une machine utilisant un piston poussé par la vapeur sous pression.

En chimie	-----	Dans les autres domaines
Georg Ernst STAHL (1660-1734) développe la théorie du phlogistique dont les bases ont été posées par Johann Joachim BêCHER (1635 - 1682) : "Le phlogistique est du feu fixé dans la matière et qui s'en échappe lors des combustions". Stahl étudiera plus tard la force des acides.	1697	
	1698	Thomas Savery construit une pompe à eau mue par la vapeur pour pomper l'eau hors des mines.

XVIIIème siècle : température, chaleur, ..., Lavoisier

En chimie	-----	Dans les autres domaines
Guillaume Amontons, en proposant que la température d'un gaz est proportionnelle à sa pression, suggère l'existence d'une température minimale.	1702	Parution du premier quotidien, le "Daily Courant".
	1704	Isaac Newton propose un univers mécanique constitué de petites masses solides en mouvement
Thomas Newcomen invente une machine à vapeur utilisant une pression abaissée pour pomper l'eau des mines.	1705	Halley prédit le retour en 1758 de la comète apparue en 1682, et qui sera baptisée de son nom.
Etienne François Geoffroy (1672 - 1731) déduit de nombreuses expériences une table d'affinité ou des différents rapports observés entre différentes substances (sels, métaux, acides,...).	1708	
Etienne François Geoffroy (1672 - 1731) déduit de nombreuses expériences une table d'affinité ou des différents rapports observés entre différentes substances (sels, métaux, acides,...).	1708	
Fahrenheit introduit une échelle de température qui portera son nom. Cette échelle se base initialement sur deux points fixes : la fusion de la glace et la température du corps humain.	1714	
James Jurin (1684-1750) confirme des travaux sur la montée capillaire effectués par Francis Hauksbee et relatés par Isaac Newton.	1718	
	1722	Par ses recherches sur la transformation de la fonte en acier par addition de fer, cémentation et trempe, René Antoine Ferchault de Réaumur(1683-1757) fonde la métallographie.
La nature de la combustion est très controversée. Beaucoup pensent qu'en brûlant, les corps libèrent une substance : le "phlogistique".	1728	
	1729	Le botaniste suédois Carl von Linné entreprend avec Peter Artedi la classification des êtres naturels.

En chimie	-----	Dans les autres domaines
Réaumur définit des règles de construction d'un thermomètre à alcool.	1730	
Distinction des sels de sodium et potassium.		
Daniel Bernouilli (1700-1782) ébauche la théorie cinétique des gaz dans un ouvrage sur l'hydrodynamique.	1738	
Le physicien suédois Anders Celsius fait réaliser un thermomètre à mercure, indiquant 0 degré au point d'ébullition et 100 au point de congélation de l'eau (il sera utilisé à l'observatoire d'Upsal de 1742 à 1750). L'échelle sera inversée en 1744 pour correspondre à celle que nous utilisons couramment.	1741	
Guillaume François Rouelle (1703 - 1770) travaille sur les sels et montre qu'ils résultent de réactions entre un acide et une base, un oxyde ou un métal	1744	
Le Français Jean-Jacques d'Ortous de Mairan décrit dans son livre "traité sur la glace" l'effet refroidissant du "réfrigérateur chinois" par évaporation	1749	Buffon déclare que la terre doit être plus vieille que 6.000 ans et avance l'âge de 75.000 ans
Le chimiste britannique Joseph Black découvre le dioxyde de carbone, un gaz qu'il appelle air fixe, et réfute la théorie phlogistique	1754	
William Cullen décrit l'effet refroidissant de liquides évaporés	1756	
Le mathématicien J.H. Lambert pose les fondements de la photométrie en énonçant la loi fondamentale décrivant l'absorption du rayonnement (loi reprise ultérieurement par August Beer). Il reprendra plus tard les expériences d'Amontons, concluant en l'existence d'une limite de température qu'il appelle froid absolu.	1760	
Black a posé les bases de la calorimétrie, avec la notion de capacité calorifique. Il découvre aussi le phénomène de la chaleur latente d'un changement d'état. Il effectuera une mesure sur la vapeur en 1764. Son élève James Watt travaillera plus tard sur la machine à vapeur. A cette époque, Black tout comme Lavoisier considèrent la chaleur comme une substance, nommée "calorique".	1761	
	1763	Euler et Lagrange établissent le calcul des variations
Johann Friedrich Meyer, apothicaire allemand soutient que la causticité serait provoquée par un acide spécial provenant du feu", l'"acidum pingue". Black démontrera par contre que l'acide carbonique (air fixe) est éliminé du carbonate de calcium pour donner la chaux vive.	1764	
Henry Cavendish (1731 - 1810) isole l'hydrogène et en détermine la densité. Il pensera avoir isolé du phlogistique pur.	1765	

En chimie		Dans les autres domaines
	1769	James Watt brevète une machine à vapeur. Il y introduira des perfectionnements importants (condenseur, régulateur,...)
Carl W. Scheele, un pharmacien suédois observe, lors du chauffage de dioxyde de manganèse en présence d'acide sulfurique concentré, le dégagement d'un gaz, l'air de vitriol, qui active grandement les phénomènes de combustion.	1771	Cavendish introduit les notions de potentiel et de charge électrique, fondements de l'électrostatique.
Joseph Priestley présente un article intitulé "On Different Kinds of Air" à la Royal Society. C'est le début de nombreux travaux sur les gaz. Il isolera et caractérisera 8 gaz.	1772	Jean-Baptiste Romé De Lisle publie un 'Essai de Cristallographie'. Il confirme les observations de Steno, et tentera par la suite d'ordonner les cristaux dans des classes de symétrie.
	1773	Charles Augustin de Coulomb (1736-1806) établit les bases de la théorie de la résistance des matériaux.
Priestley découvre, par hasard, en focalisant à l'aide d'une loupe les rayons du Soleil sur de l'oxyde mercurique, qu'un gaz se dégage, l'air déphlogistique (qui est en fait l'oxygène), lequel permet à une souris de respirer plus longtemps que dans de l'air ordinaire.	1774	
Scheele mets en évidence l'acide urique dans les calculs urinaires.	1776	
Antoine Laurent de Lavoisier (1743-1794) établit la composition de l'air. Il émet l'hypothèse (théorie oxygénique) que tous les acides contiennent de l'oxygène, d'où l'origine de ce nom (en grec "oxus" signifie "acide"). Le chlore est fabriqué industriellement dans l'usine de Javel, suite à sa découverte par Scheele en 1774 et à partir de travaux de Claude Louis Berthollet (1748 - 1822). L'industrie textile en utilise, ainsi que la soude, pour blanchir les tissus. L'Allemand Carl Friedrich Wenzel montre que la vitesse de dissolution d'un métal dans un acide est proportionnelle à la concentration en acide.	1777	
		Coulomb énonce les principes des machines simples et les lois du frottement.
étude des cristaux par René-Just Haüy, qui publiera 4 ans plus tard un 'Essai d'une théorie sur la structure des cristaux' décrivant des expériences de clivage de cristaux. Il propose que les solides cristallins sont constitués de répliques d'une cellule unité fondamentale. Il établira une "loi des indices rationnels".	1780	Herschell : Uranus et le mouvement propre du soleil
Essai sur la puissance des machines par L. Carnot	1782	

En chimie	-----	Dans les autres domaines
<p>Synthèse de l'eau par Cavendish.</p> <p>Le moine et physiologiste italien Lazzaro Spallanzani (1729 - 1799) étudie l'action du suc gastrique de requin sur les aliments. Il s'aperçoit que c'est le suc qui liquéfie la viande par réaction chimique, et que les mouvements des parois de l'estomac ne sont pas nécessaires et que la température a une grande influence. D'autre part, il sera un farouche opposant de la théorie de la génération spontanée, montrera que le sperme est également nécessaire à la reproduction, étudiera enfin la circulation sanguine et la respiration cutanée. Dans l'étude de la fécondation, Lazzaro Spallanzani se trompera en croyant à la théorie Oviste de la préformation.</p>	1783	
<p>Travaux de Charles sur la dilatation des gaz, aboutissant à la loi de Charles.</p>	1784	
	1785	<p>Après avoir découvert les lois de la torsion, Coulomb construit une balance de torsion électrique de grande sensibilité. Il vérifie expérimentalement et publie la loi de base de l'électrostatique : la force entre des charges électriques est en raison inverse du carré de la distance qui les sépare. Des résultats allant dans le même sens avaient été obtenus par Daniel Bernouilli (dès 1760), Benjamin Franklin, Joseph Priestley, Robison et Cavendish.</p>
<p>Martin Heinrich Klaproth (1743-1817), chimiste allemand, découvre l'uranium, le zirconium et le chrome. Il découvrira le tellure en 1798 et le Cérium en 1803.</p>	1789	<p>Révolution française.</p>
<p>Leblanc met au point un procédé de production industrielle de la soude (carbonate de sodium)</p>	1790	
	1791	<p>études sur l'électricité animale musculaire chez la grenouille par Galvani</p>
<p>J.B. Richter : stoechiométrie</p>	1792	
<p>La commission des poids et mesures, créée par la Convention à la suite de la révolution française, décide que "le degré thermométrique sera la centième partie de la distance entre le terme de la glace et celui de l'eau bouillante".</p>	1794	

En chimie		Dans les autres domaines
	1795	James Hutton (1726-1797), chimiste et géologue écossais publie la "Théorie de la Terre", le premier traité pouvant être considéré comme une synthèse de la géologie. Déplorant les théories spéculatives de l'époque, il suggéra que la sédimentation, le volcanisme et l'érosion modifiaient la surface de la Terre depuis très longtemps, et qu'elle était donc plus vieille que ce qui était accepté à l'époque. Ses idées seront démontrées par les travaux de géologie expérimentale de son collègue James Hall (1761-1832).
	1798	Cavendish détermine expérimentalement la première valeur de la constante de gravitation universelle.
Pile de Volta, première électrolyse	1800	

XIXème siècle : les éléments, la classification périodique, la thermodynamique, la chimie organique,...

En chimie		Dans les autres domaines
John Dalton (1766 - 1844) formule la loi d'addition des pressions partielles dans les mélanges gazeux.	1801	
Louis Joseph Gay-Lussac (1778 - 1850) découvre la loi de dilatation des gaz et, quelques années plus tard, les lois volumétriques qui portent son nom. Il estime la température du zéro absolu à -267°C. Henri Victor Regnault obtiendra plus tard la valeur plus précise de -273°C.	1802	Young : sur la lumière et les couleurs
Le physicien et chimiste anglais William Henry (1765 - 1836) énonce la loi sur la dissolution des gaz dans les liquides. A l'équilibre, la concentration en gaz dissous dans un liquide est proportionnelle à la pression partielle.	1803	
Richter isole le nickel Jean-Baptiste Biot et Gay-Lussac effectuent la première ascension scientifique en ballon, afin d'étudier les variations du magnétisme terrestre et la composition de l'air à différentes altitudes. Éleuthère Irénée Du Pont de Nemours, chimiste français spécialiste des poudres, établit une poudrerie à Wilmington (Delaware) qui sera l'embryon d'une très grande société.	1804	

En chimie	-----	Dans les autres domaines
Grothus : théorie des ions	1805	Pierre-Simon de Laplace (1749-1827) énonce un théorème sur l'accroissement de la pression hydrostatique de bulles et gouttes, dû à la tension superficielle.
Proust énonce la loi des proportions définies, appelée loi de Proust : les éléments d'un composé sont tous présents dans des proportions massiques fixées, indépendamment de la manière dont le composé a été préparé. Biot et Arago effectuent les premières mesures précises de densité des gaz.	1806	Les nombres imaginaires (Argand) Biot et François Arago mesurent la longueur d'un arc de méridien terrestre en Espagne.
Davy obtient par électrolyse le sodium et le potassium. Il obtiendra ensuite le calcium, le baryum et le strontium, préparera le bore et démontrera que le diamant contient du carbone. Davy montrera également que ce que l'on appelle les terres rares sont des oxydes de métaux plutôt que des éléments.	1807	
John Dalton publie une table de masses atomiques d'une vingtaine d'éléments, qui formera la base de la table périodique moderne des éléments. Le mot "Dalton" sera très longtemps associé à l'unité de masse atomique. Le chimiste français Louis Jacques Thenard et Gay-Lussac travaillent à la préparation du potassium et du sodium, et découvre le bore.	1808	Malus : polarisation de la lumière
	1809	
Davy isole le chlore. Il montre que l'acide muriatique (HCl) ne contient pas d'oxygène. Par ces expériences, il montre que c'est l'hydrogène (théorie hydrogénique), et non l'oxygène (comme le proposait Lavoisier), qui caractérise les acides.	1810	
Biot et Arago étudient la polarisation chromatique et rotatoire. Avogadro introduit une loi sur la densité gazeuse : tous les gaz, à volume égal et à pression égale, renferment le même nombre de molécules. Cette loi est également découverte indépendamment par André-Marie Ampère, mais ne sera reconnue universellement que dans les années 1850.	1811	Fourier : séries et équations aux dérivées partielles
	1812	
Jean-Baptiste Biot (1784 - 1862) décrit l'activité optique dans le quartz. Il constate qu'elle disparaît si le quartz est chauffé	1813	Fresnel : premiers travaux sur la lumière, premières spectrographies d'étoile et du soleil
	1814	
Louis Joseph Gay-Lussac (1778 - 1850) isole le cyanogène, de formule C ₂ N ₂ , et l'acide cyanhydrique. Il décrit aussi la fermentation alcoolique.	1815	Davy invente une lampe de sécurité pour les mineurs.
	1816	Fresnel : étude sur la diffraction

En chimie	-----	Dans les autres domaines
Leopold Gmelin (1788 - 1853) publie la première édition de ce qui sera le livre de chimie le plus important de la première moitié du 19ème siècle : Handbuch der Chemie. C'est Gmelin qui introduira le premier les termes ester et cétone.	1817	
Thénard découvre l'eau oxygénée	1818	
Pierre Louis Dulong et Alexis Petit énoncent la loi empirique sur les chaleurs spécifiques des corps simples : la masse atomique d'un corps est inversement proportionnelle à sa chaleur massique.	1819	Hans Christian Oersted (1777-1851) découvre qu'une aiguille aimantée est déviée à angle droit vers un courant électrique, ce qui constitue le début de l'électromagnétisme. Antoine Becquerel (1788-1878) découvre l'effet qualifié plus tard de piézoélectricité : l'apparition d'un potentiel électrique sur certaines faces de cristaux particuliers, lorsqu'ils sont soumis à une pression mécanique.
	1820	A la suite d'une expérience d'Oersted, Biot et Savart effectuent une étude quantitative des interactions entre aimants et courants, ce qui conduira à la loi de Biot et Savart formulée par Laplace. Ampère jette les bases de l'électromagnétisme, et en donne les premières formulations mathématiques. Il montre également que deux courants peuvent agir l'un sur l'autre, fondant ainsi l'électrodynamique. Ampère invente les termes de courant et de tension électriques.
	1821	Suivant les travaux de Oersted et d'Ampère, Michael Faraday (1791 - 1867), élève de Davy, constate qu'un aimant agit sur un conducteur parcouru par un courant. Il utilise ce phénomène pour faire tourner un circuit en présence d'un aimant, donnant ainsi le principe du moteur électrique.
	1822	Fourier publie sur la "théorie analytique de la chaleur" Fresnel publie sur la "théorie ondulatoire de la lumière"
Faraday parvient à liquéfier certains gaz. Eugène Chevreul (1786 - 1889) publie des travaux sur les corps gras d'origine animale. Il propose notamment une théorie de la saponification, et sépare les différents constituants de certains corps gras, dont l'acide stéarique, ce qui permet de mettre au point les bougies stéariques. Il travaillera également sur les colorants.	1823	

En chimie	Dans les autres domaines
L'ingénieur et physicien français Nicolas Léonard Sadi Carnot publie sur "la puissance motrice du feu" et propose une expression du rendement théorique maximum de machines, ne dépendant que des températures des réservoirs chaud et froid.	1824
Faraday découvre le benzène Oersted isole l'aluminium sous forme d'une poudre.	1825
	1826
Le chimiste anglais Walker invente l'allumette à bout chimique mais d'un usage dangereux. Le procédé sera perfectionné par le Français Charles Sauria en 1831, et le Suédois Johan Edvard Lundstrom en 1855. Web2 Nicéphore Niépce réalise la plus ancienne photographie de l'histoire, "Le point de vue de la fenêtre", sur une plaque d'étain lourd recouverte d'un mélange de bitume et d'huile de lavande, se durcissant à la lumière.	1827
Friedrich Wöhler synthétise l'urée à partir de molécules inorganiques, montrant qu'il est possible de franchir la barrière qui sépare la chimie minérale de la chimie du vivant (première synthèse prébiotique).	1828
	1829
	1830
Justus Liebig généralise une méthode d'analyse des composés organiques élaborée par Gay-Lussac et Thénard. Il dégagera la notion de radical, travaillera sur l'éthérification, sur les classes d'aliments, le cycle de l'azote, la fermentation	1831
	1832

En chimie	-----	Dans les autres domaines
Anselme Payen (1795 - 1871) et Jean-François Persoz (1805 - 1868) découvrent la première enzyme. Ils ont traité un extrait aqueux de malt à l'éthanol et précipités une substance sensible à la chaleur, capable d'hydrolyser l'amidon. Ils l'ont appelé diastase (ethym : diastasis = séparation) car elle sépare le sucre soluble de l'amidon. Thomas Graham (1805-1869) introduit la notion de polyacide.	1833	
Michael Faraday publie ses travaux sur l'électrolyse Émile Clapeyron (1799-1864) publie "la force motrice de la chaleur" où il développe les travaux de Sadi Carnot. Il établira plus tard la formule de Clapeyron, relation qui donne la chaleur latente de changement d'état d'un corps pur. Cette relation sera ultérieurement reliée à la thermodynamique par Clausius.	1834	William Rowan Hamilton (1805-1865) publie "on a general method in dynamics", proposant un nouveau formalisme extrêmement général de la dynamique. L'horloger J.A. Peltier découverte la possibilité de produire du froid directement par le courant électrique.
Jöns Jakob Berzelius (1779-1848), chimiste suédois, donne une théorie des proportions chimiques. Il a mesuré précisément la masse atomique d'un grand nombre d'éléments. Il a découvert le cérium, le sélénium et le thorium, et a été le premier à isoler le silicium, le zirconium et le titane. Il a introduit le terme catalyse, et en a expliqué son importance. Biot invente le saccharimètre pour déterminer la nature et la quantité de sucres présents dans une solution.	1835	
Dumas : théorie des substitutions Daniell crée une pile utilisant deux solutions Theodor Schwann (1810 - 1882) isole la pepsine, en étudiant les processus digestifs. C'est la première enzyme obtenue à partir d'un tissu animal.	1836	
	1837	
Liebig suppose que tous les acides sont des composés hydrogénés dans lequel l'hydrogène peut être facilement remplacé par un métal.	1838	Poisson introduit une théorie des probabilités. Le Baron Charles Cagniard de La Tour (1777 - 1859) montre que la fermentation est causée par des organismes vivants, idée approfondie ultérieurement par Louis Pasteur.

En chimie	-----	Dans les autres domaines
<p>L'invention de la photographie est annoncée, suite aux travaux de Niepce et Daguerre. Le procédé se base sur la prise d'une image dans une chambre noire, sur une plaque enduite de chlorure d'argent, suivie des étapes de développement et de fixation. Le brevet est finalement racheté par le gouvernement français pour rendre publique l'invention.</p> <p>Charles Goodyear, par curiosité, fait bouillir le latex de l'hévéa avec du soufre. Il obtient un produit noirâtre déformable mais robuste, le caoutchouc naturel. Le procédé de vulcanisation est inventé. Sa compréhension n'interviendra que bien ultérieurement.</p> <p>Le chimiste suédois Carl Gustav Mosander (1797-1858) découvre le lanthane, premier élément chimique de la famille des terres rares. Il isolera également plus tard le terbium, l'erbium et l'yttrium.</p>	1839	
Gerhardt réalise la synthèse d'anhydrides d'acides carboxyliques.	1840	Bessel réalise la première mesure de la distance d'une étoile
	1841	
Julius Robert Von Mayer (1814-1878) mesure l'équivalent mécanique de la chaleur et énonce le principe de la conservation de l'énergie.	1842	
Après Mayer, James Joule détermine indépendamment l'équivalent mécanique de la chaleur.	1843	Le pont de résistances de Wheatstone Samuel Morse construit la première ligne télégraphique à longue distance.
Eilhard Mitscherlich (1794 - 1863) publie un article relatant le fait que les cristaux d'acide tartrique et d'acide racémique sont isomorphes (même forme) mais l'acide tartrique est optiquement actif alors que l'acide racémique ne l'est pas !	1844	
	1845	
Soboro synthétise la nitroglycérine, un explosif dangereux.		
Thomas Graham (1805-1869) démontre que, à température et pression constantes, la vitesse de diffusion d'un gaz à travers une paroi poreuse est inversement proportionnelle à la racine carrée de sa densité.	1846	
	1847	Loi de Kirchhoff sur les mailles de circuits électriques.
Lord Kelvin découvre l'existence d'un zéro absolu pour la température	1848	
	1849	Foucault et Fiseau évaluent la différence de vitesse de la lumière dans l'air et dans l'eau. Auguste Bravais obtient les 14 réseaux cristallographiques tridimensionnels.

En chimie	Dans les autres domaines
Rudolf Emmanuel Clausius (1822-1888) introduit le second principe de la thermodynamique. Il est le premier à énoncer que la chaleur n'est pas transmise d'un corps froid à un corps plus chaud. Il est un des fondateurs de la thermodynamique. Il écartera définitivement le concept du calorique. Gerhardt : théorie des types chimiques	1850 Le physicien anglais Gorrie construit la première machine à air froid pour refroidir les pièces.
Bunsen découvre le magnésium James Joule et Lord Kelvin démontrent qu'un gaz se détendant rapidement se refroidit.	1851 Expérience du pendule de Foucault
Gerhardt écrit un "traité de chimie organique"	1852
	1853
	1854 Helmoltz étudie le rayonnement thermique du soleil
Berthelot travaille sur la synthèse de l'alcool éthylique. Il développera aussi la chimie organique fondée sur la synthèse en obtenant l'acide formique (1856), le méthane (1858), l'acétylène (1859) et le benzène (1866). S'intéressant aux quantités de chaleur produites par les réactions chimiques, il fonde ainsi la thermochimie. Par ailleurs, en étudiant l'estérification des alcools, il découvre la notion d'équilibre chimique et de vitesse de réaction.	1855
	1856
	1857 Pasteur : sur la fermentation lactique
Friedrich August Kekulé von Stradonitz (1829-1896) introduit une théorie de la valence du carbone (tétravalence, liaisons multiples). Stanislao Cannizzaro (1826 - 1910) précise les notions de molécule et d'atome, à partir de l'hypothèse d'Avogadro. Il montre comment des masses atomiques inconnues d'éléments de composés volatils peuvent être déterminées à partir de masses moléculaires connues des composés. August Wilhelm von Hofmann (1818-1892) obtient le colorant fuchsine ou magenta par la réaction de tétrachlorure de carbone avec l'aniline, qu'il avait obtenu à partir du goudron de houille. Sa méthode de conversion des amides en amines est appelée aujourd'hui réaction d'Hofmann. Il introduisit aussi la notion de 'quantivalence', contracté plus tard en le terme 'valence'.	1858 Julius Plücker, physicien allemand, observe un phénomène très curieux en 1858: au passage d'un courant électrique, une étrange lueur verte brille sur les parois d'un tube de verre soumis au vide. L'étude ultérieure de ce rayonnement cathodique conduira à la découverte de l'électron. Charles R. Darwin et Alfred Wallace proposent indépendamment des théories de l'évolution par sélection naturelle.
	1859 Darwin publie "l'origine des espèces". L'inventeur français Ferdinand Carré construit une machine à froid qui fonctionne avec de l'ammoniaque liquide.

En chimie	-----	Dans les autres domaines
<p>Le congrès de Karlsruhe permet à la communauté scientifique de débattre sur la question de l'atome. Marcelin Berthelot (1827 - 1907) obtient, par macération de la levure, une fraction précipitable à l'alcool. Ce produit convertit le saccharose en glucose. Il conclut que cette "invertase" est l'un des nombreux ferment contenus dans la levure.</p> <p>Gustav Kirchoff et Robert Bunsen découvrent que chaque élément possède ses propres lignes spectrales. Ils utiliseront cela pour expliquer les lignes sombres du spectre solaire. Ils découvriront aussi le césum et le rubidium.</p> <p>César Despretz (1791-1863) présente à l'Académie des Sciences le mémoire de Gaston PLANTE sur la réversibilité des "piles secondaires" à électrode de plomb qui ont la faculté de restituer l'énergie chimique nécessaire à la polarisation sous forme d'un courant électrique. C'est la batterie rechargeable.</p>	1860	<p>Suite à l'existence de compresseurs efficaces et de bouteilles de stockage de l'air comprimé relativement légères, B. Rouquayrole et A. Denayrouze, ingénieur des mines et lieutenant de vaisseau français, inventent le scaphandre autonome qui sera popularisé beaucoup plus tard par Jacques-Yves Cousteau.</p>
<p>Sir William Crookes, Chimiste et physicien anglais (1832-1919), étudie la lumière émise par un mineraï de sélénium chauffé, et observe une raie verte inconnue, découvrant ainsi le thallium.</p>	1861	
<p>L'astronome et physicien suédois Anders Jonas Angström (1814-1874) découvre la présence d'hydrogène dans l'atmosphère du Soleil. Son nom a été donné à une unité de mesure de longueur pour des dimensions atomiques (1 angström = 10^{-10} m).</p>	1862	<p>Le technicien H.C. Kirk construit la première machine à froid ayant un circuit fermé.</p>
	1863	
	1864	<p>James Clerk Maxwell publie une théorie dynamique des champs électromagnétiques, applicable à la lumière. Cette théorie considère encore l'existence de l'éther, et non du vide.</p>
<p>Friedrich August Kekulé von Stradonitz (1829-1896) imagine la structure du benzène qui porte son nom.</p>	1865	<p>Mendel effectue des recherches sur l'hybridation des plantes et postule l'existence de facteurs dominants et récessifs.</p>
<p>Solvay invente un nouveau procédé de fabrication de la soude</p>	1866	<p>Le mot «écologie» est créé par le biologiste allemand Ernst Haeckel (1834-1919), défini comme la science de l'ensemble des rapports des organismes avec le monde extérieur ambiant, avec les conditions organiques et inorganiques de l'existence.</p>
<p>Alfred Bernhard Nobel (1833-1896) crée la dynamite, permettant de stabiliser la nitroglycérine.</p> <p>Cato Guldberg, Mathématicien et chimiste norvégien (1836-1902) énonce avec Peter Waage, chimiste norvégien (1833-1900), la loi d'action de masse qui explicite les conditions de l'équilibre chimique.</p>	1867	

En chimie	-----	Dans les autres domaines
Pierre-Jules-César Janssen et Norman Lockyer découvrent une ligne spectrale solaire non justifiée et suggère pour expliquer son origine l'existence d'un nouvel élément qu'ils baptisent "hélium".	1868	
Dimitri Mendeleev arrange les éléments connus en 7 groupes de propriétés semblables. Il découvre la classification périodique des éléments	1869	Les rayons cathodiques, émis par la cathode d'un tube sont découverts par Hittorf.
Julius Lothar Meyer (1830 - 1895) propose indépendamment de Mendeleev une classification périodique des éléments. L. Claisen (1851 - 1930) publie une réaction qui portera son nom ($\text{CH}_3\text{COOEt} \rightarrow \text{CH}_3\text{COCH}_2\text{COOEt}$) Le celluloïd, premier plastique artificiel, remplace l'ivoire, l'écailler et la corne.	1870	
Johann Friedrich Miescher, un pharmacien suisse, isole une substance obtenue à partir des noyaux de globules blancs, soluble dans les bases, mais pas dans les acides. Miechler la soumet à une hydrolyse, et détermine que le précipité contient les éléments carbone, hydrogène, azote, oxygène et phosphore. Il appelle cette substance nucléine. Elle sera dénommée ultérieurement acide nucléique.	1871	Lord Rayleigh explique le bleu du ciel et les couchers de soleil. Zénobe Gramme présente la première dynamo utilisable pour produire du courant électrique, ce qui permettra l'électrolyse à l'échelle industrielle.
	1872	Yellowstone est le premier parc naturel créé au monde.
Johannes van der Waals introduit le concept de forces attractives faibles entre les molécules. Découverte des propriétés photoélectriques du sélénium par Willoughby Smith	1873	
Jacobus Van't Hoff (1852 - 1911) met en évidence que l'hydrogène en alpha d'une cétone est acide et réagit avec une base forte. Simultanément à Joseph Le Bel (1847 - 1930), il propose la théorie du carbone asymétrique qui conduit à la naissance de la stéréochimie. A la suite d'études sur les colorants phthaléiques, Hermann Emil Fischer (1852-1919), élève de Adolf von Baeyer, défend une thèse à Strasbourg sur la fluorescéine et l'orcine-phthaléine. Il découvre ensuite la première base hydrazine, la phénylhydrazine. Lord Kelvin établit de manière formelle la seconde loi de la thermodynamique.	1874	
Alexandre M. Zaitsev (1841 - 1910) publie que les cétones, aldéhydes et esters réagissent sur un iodure d'alcane en présence de zinc pour donner des alcools.	1875	W. Flemming découvre les chromosomes O. Hertwig établit un lien entre le noyau cellulaire et la fécondation

En chimie	-----	Dans les autres domaines
<p>Ramsay étudie le mouvement brownien des molécules, qu'il attribue aux chocs entre les molécules.</p> <p>Josiah Willard Gibbs (1839-1903) entame une série de publications qui traiteront des équilibres de phase, de l'énergie libre comme une cause des réactions chimiques, et de la thermodynamique chimique en général.</p> <p>Le bleu de méthylène est synthétisé par le chimiste allemand Heinrich Caro. Il permet les découvertes de Robert Koch (le bacille de la tuberculose) et de Paul Ehrlich : l'affinité particulière pour certaines cellules vivantes. Cela conduira ultérieurement au développement de chimiothérapie.</p> <p>Le chimiste allemand Adolf von Baeyer (1835 - 1917) qui étudie depuis 1865 l'indigo, un colorant naturel, parvient à en faire la synthèse. Son développement ultérieur sera à la base du procédé industriel appliqué dès 1897 par la B.A.S.F. Baeyer apportera aussi une contribution majeure à l'étude des substances aromatiques. C'est Baeyer qui introduira le concept stéréochimique cis et trans pour désigner les isomères géométriques insaturés, dont l'exemple classique est celui des acides maléique (cis) et fumarique (trans). Pour l'ensemble de ses travaux, Baeyer recevra le prix Nobel de chimie en 1905.</p>	1876	<p>Alexander Graham Bell et Thomas Watson déposent un brevet pour l'invention du téléphone électrique. En fait, ils ont eu accès au matériel d'Antonio Meucci, qui est considéré comme le réel inventeur du téléphone présenté en 1860.</p> <p>Nikolaus Otto conçoit un moteur à combustion interne basé sur un cycle à quatre temps.</p> <p>L'ingénieur allemand Carl V.Linde construit une machine à froid à l'ammoniaque avec un compresseur de machine à vapeur.</p>
<p>Charles Friedel (1832 - 1899) et James Mason Craft (1839 - 1917) découvrent l'alkylation et l'acylation des composés aromatiques à l'aide de AlCl₃.</p> <p>Ludwig Boltzmann (1844-1906) propose une théorie cinétique des gaz, à partir des travaux de Maxwell. Il a contribué à établir les bases de la mécanique statistique, notamment en établissant l'entropie S d'un système en fonction de la probabilité W de son état: S = k × log W.</p>	1877	
	1878	<p>Pasteur écrit "les microbes"</p> <p>Kuhne montre que la fermentation peut-être réalisée indépendamment des cellules vivantes par des molécules isolées qu'il baptise "enzyme".</p>
<p>Josef Stefan observe que le rayonnement total émanant d'un corps noir est proportionnel à la quatrième puissance de sa température absolue.</p>	1879	<p>Thomas Edison brevette la lampe à incandescence à filament de carbone.</p>
<p>Max Conrad (1848 - 1920) effectue la synthèse malonique.</p>	1880	<p>Crookes crée le tube cathodique et étudie les décharges électriques dans un gaz raréfié. C'est également lui qui a découvert le thallium.</p> <p>Pierre Curie et son frère Jacques étudient la piézo-électricité du quartz.</p>

En chimie	-----	Dans les autres domaines
	1881	Pasteur crée un vaccin contre le charbon des moutons Michelson obtient des résultats négatifs sur l'éther
Durant plus d'une vingtaine d'années, Hermann Emil Fischer va effectuer un grand nombre de travaux sur différentes substances. Il reproduira par synthèse des sucres naturels et des substances reliées. Réalisant des séries complètes de 2 à 9 atomes de carbone. Il apportera une contribution importante par la synthèse organique de molécules intervenant dans le métabolisme végétal ou animal, tel que adénine, xanthine, caféine, acide urique et guanine. Pour toutes ces substances, il proposera l'existence hypothétique d'une molécule mère baptisée purine, qu'il synthétisera en 1898. Fisher apportera également beaucoup à la biochimie, isolant des acides aminés, synthétisant artificiellement une protéine de 18 acides aminés dégradable par les enzymes digestifs et en démontrant la spécificité des enzymes et de la relation enzyme-substrat. Pour l'ensemble de ses travaux, il obtiendra le prix Nobel de Chimie en 1902. La chimie organique lui doit la représentation qui porte son nom.	1882	Koch reconnaît le bacille de la tuberculose.
Lord Kelvin (William Thomson) donne une définition phénoménologique de la chiralité : "I call any geometrical figure, or any group of points, chiral, and say it has chirality, if its image in a plane mirror, ideally realized, cannot be brought to coincide with itself".	1883	Tesla étudie le courant alternatif
Van't Hoff étudie les équilibres chimiques, tout comme Henri Louis Le Châtelier (1850-1936).	1884	L. Boltzmann démontre la loi que Josef Stefan avait déduit en 1879 à partir de mesures de rayonnement effectuées par Tyndall : la puissance totale rayonnée par un corps est proportionnelle à la quatrième puissance de sa température. Planck en apportera une confirmation expérimentale.
Johann Balmer trouve une expression mathématique pour rendre compte des raies spectroscopiques observées pour l'hydrogène.	1885	
L'aluminium est préparé par électrolyse aux Etats-Unis, par Charles Martin Hall, et par Paul Héoult, en France. Henri Moissan (1852 - 1907) isole le fluor à partir d'une réaction entre le fluorure de potassium et l'acide fluorhydrique. Il mettra au point un four capable d'atteindre des températures très élevées (5000 K), permettant la synthèse d'hydrures, de borures, siliciures et carbures. Il obtiendra le prix Nobel de chimie en 1906.	1886	Hertz effectue ses premiers travaux sur les ondes électromagnétiques (radio)

En chimie	-----	Dans les autres domaines
<p>Le physico-chimiste suédois Svante August Arrhenius introduit une théorie ionique des électrolytes. Les anomalies précédemment observées par Van't Hoff sont explicables par sa théorie de dissociation, théorie que va confirmer la loi de dilution d'Ostwald publiée peu de temps après. Il obtiendra le prix Nobel de chimie en 1903 et sera nommé directeur de l'Institut Nobel en 1905. Suivant Arrhenius, les acides sont des composés qui libèrent des ions hydrogène (H^+) en solution aqueuse, tandis que les bases libèrent des ions hydroxyde (OH^-) (en savoir plus). Van't Hoff introduit la relation fondamentale permettent de décrire la pression osmotique, équation analogue à celle des gaz parfaits. Pour ces travaux ainsi que ceux consacrés aux équilibres chimiques, il obtiendra le prix Nobel de Chimie en 1901.</p>	1887	
<p>Altman sépare les acides nucléiques de leur gangue protéique Les chimistes britanniques Frederick Abel et Sir James Dewar inventent la cordite, constituée de coton-poudre et de nitroglycérine, et contenant des stabilisateurs dérivés du pétrole.</p>	1888	
<p>H. Sachse (1854 - 1911) reprend la théorie de von Baeyer concernant les tensions de cycle et démontre qu'elles peuvent être abaissées si l'on considère les cycles à plus de 5 carbones comme ayant une structure non plane. De là, il trouve deux conformations remarquables pour le cyclohexane : chaise et bateau.</p>	1889	<p>L'ingénieur français Clément Ader réalise un engin plus lourd que l'air, appelé avion, qui réussit à décoller à une vingtaine de centimètres. Les 230 groupes d'espace à trois dimensions, décrivant les symétries cristallographiques, sont obtenus indépendamment par A.M. Schönflies et E.S. Fedorov.</p>
<p>Albrecht Kossel (1853 - 1927), biochimiste allemand, étudiant la composition chimique de la cellule, découvre les bases adénine et thymine de l'acide nucléique. Il avait découvert auparavant les histones, des protéines nucléaires. Il obtiendra le prix Nobel de physiologie ou médecine en 1910.</p>	1890	
<p>Wilhelm Wien découvre la loi décrivant le déplacement de la longueur d'onde la plus intense émise par un corps noir. La théorie de la chimie de coordination est établie par Alfred Werner.</p>	1891	
<p>Lord Rayleigh et William Ramsay découvrent l'argon par analyse spectroscopique du gaz résiduel lorsque l'azote et l'oxygène sont extrait de l'air.</p>	1892	
	1893	
	1894	<p>Pierre Curie découverte que chaque substance ferromagnétique possède une température limite (appelée température de Curie) au-delà de laquelle l'aimantation est perdue.</p>

En chimie	-----	Dans les autres domaines
	1895	Découverte des rayons Xpar Wilhem Conrad Roentgen. (+ biographie) Liquéfaction de l'air Jean Perrin, Physicien et chimiste français (1870-1942), détermine que les rayons cathodiques, observés dans des tubes sous vide soumis à une haute tension, sont des particules chargées négativement. Ce sont les électrons, les premières particules vraiment indivisibles décelées. Il obtiendra le prix Nobel de physique en 1926.
	1896	Le physicien français Henri Becquerel découvre que l'uranium émet des radiations pénétrantes Zeeman étudie les effets du champ magnétique sur la lumière. Premières voitures propulsées par un moteur à essence.
<p>Sir William Ramsay (1852-1916) prédit l'existence du néon. Il obtiendra le prix Nobel de chimie en 1904 pour sa contribution à la découverte des gaz rares et leur place dans la classification périodique des éléments.</p> <p>Félix Hoffmann, de la société Bayer, produit l'acide acétyl salicylique, mieux connu sous le nom d'aspirine, le premier médicament commercialisé à grande échelle.</p> <p>Edouard Büchner (1860 - 1917) parvient à extraire de la levure un extrait acellulaire capable de fermenter le sucre en éthanol, la zymase. Il montre ainsi que la fermentation n'est pas le résultat d'une action physiologique, mais en fait une réaction chimique. Buchner recevra le prix Nobel de chimie en 1907.</p> <p>Les chimistes français Paul Sabatier (1854-1941) et Jean-Baptiste Senderens, mettent au point le procédé d'hydrogénéation catalytique des huiles, permettant la synthèse de nombreux hydrocarbures.</p>	1897	Le chercheur britannique Joseph John (J.J.) Thomson, étudiant les rayons cathodiques, mesure le rapport charge/masse des électrons. Il obtiendra le prix Nobel de physique en 1906. Sir Joseph Larmor (1857-1942), précession et fréquence de Larmor.
<p>Marie et Pierre Curie parviennent à isoler le polonium et le radium, avec leurs émissions radioactives positive (alpha), négative (bêta) et neutre (gamma). Ils recevront le prix Nobel de physique en 1903 conjointement à Becquerel, pour la découverte des éléments radioactifs. Ses travaux sur le radium permettront à Marie Curie d'obtenir le prix Nobel de chimie en 1911.</p> <p>William Ramsay et Morris Travers发现 le néon, le krypton, et le xénon.</p>	1898	Dewar parvient le premier à liquéfier l'hydrogène, dont il a étudié la chaleur spécifique. Il invente le vase Dewar, premier récipient isolant à double paroi de verre (type bouteille Thermos) utilisé pour conserver les gaz liquéfiés. Martinus Beijerinck utilise des expériences de filtrage pour montrer que la maladie de la mosaïque du tabac est provoquée par quelque chose plus petit qu'une bactérie qu'il appelle un virus.
	1899	

En chimie	-----	Dans les autres domaines
<p>Victor Grignard met au point une réaction, dite depuis réaction de Grignard, qui a un rôle important dans la synthèse de composés organiques : par action de composés organomagnésiens (réactifs de Grignard) sur les aldéhydes et les cétones, il obtient des alcools, des hydrocarbures. Victor Grignard partagea en 1912 le prix Nobel de chimie avec Paul Sabatier.</p> <p>Wilson remarque que les chromosomes sont identiques en composition à la nucléine de Miechler.</p> <p>J.E. Brandenbuger invente le cellophane.</p> <p>Ostwald introduit une méthode de préparation de l'acide nitrique par oxydation de l'ammoniaque (procédé d'Ostwald), qui sera utilisée par l'Allemagne pendant la Première Guerre mondiale pour la fabrication d'explosifs. Il reçut le prix Nobel de chimie en 1909 pour ses travaux sur la catalyse, la cinétique et les équilibres chimiques.</p>	1900	<p>Afin d'expliquer la couleur de la matière incandescente, le physicien allemand Max Planck considère que l'émission et l'absorption de rayonnement s'effectue par sauts discrets, quantifiés d'énergie, idée à l'origine de la théorie quantique de la matière et de la lumière</p> <p>Hilbert propose 23 problèmes au congrès mathématique de Paris, dont le problème de Keppler (empilement de sphères) dont aucune preuve rigoureuse n'existe à ce moment. (ref web1, ref web2)</p>

XXème siècle, le siècle de la mécanique quantique, ... et le présent

En chimie	-----	Dans les autres domaines
	1901	Guglielmo Marconi, un inventeur Italien, génère des ondes radio qui sont détectées de l'autre côté de l'Atlantique
<p>Henri et Brown suggèrent qu'un complexe intermédiaire enzyme-substrat se forme et Henri établi une relation entre la vitesse de réaction et la concentration en substrat.</p> <p>Gibbs publie "Principes élémentaires en mécanique statistique", décrivant les processus microscopiques qui régissent les transformations de la matière.</p>	1902	<p>Henri Poincaré publie "la science et l'hypothèse". Il a démontré précédemment l'impossibilité de résoudre le problème à trois corps.</p> <p>Charles Richet et Paul Portier découvrent qu'une injection de toxine de méduse peut déclencher une réaction violente et inadaptée de l'organisme. Ils qualifient ce phénomène immunitaire de "réaction anaphylactique".</p> <p>Karl Lansteiner détermine les groupes sanguins, permettant les transfusions sanguines en éliminant les risques majeurs d'incompatibilité.</p>
<p>Gabriel Bertrand (1867-1962) étudie la composition chimique élémentaire des animaux et des plantes. Il est à l'origine du mot "oligo-éléments", qui désigne des éléments chimiques présents dans tous les organismes en très faibles quantités. Il propose une liste de dix-huit métaux et non-métaux présents à l'état de traces dans les organismes vivants: silicium, fer, zinc, cuivre, nickel, cobalt, manganèse, aluminium, plomb, étain, molybdène, vanadium, titane, fluor, brome, iode, bore et arsenic.</p>	1903	<p>Les deux frères Orville et Wilbur Wright parviennent à faire voler le premier aéroplane à moteur.</p>

En chimie	-----	Dans les autres domaines
	1904	<p>En examinant attentivement la rétine de l'oeil, la neuroanatomiste espagnole Santiago Ramón y Cajal montre que le système nerveux consiste en des cellules (les neurones) reliées suivant un réseau.</p> <p>Sir Owen Willans Richardson (1879-1959) effectue des travaux sur l'émission thermoïonique qui aboutiront à la loi qui porte son nom.</p>
	1905	<p>Albert Einstein propose que la lumière, qui possède des propriétés ondulatoires, consiste aussi en des paquets discrets, quantifiés d'énergie, baptisés plus tard photons. Ce modèle explique l'effet photoélectrique, dans lequel la lumière éjecte les électrons d'un métal. C'est le concept de dualité onde-particule</p> <p>Albert Einstein publie sa théorie de la relativité restreinte, qui postule que rien ne peut se déplacer plus vite que la lumière, que le temps et l'espace ne sont pas absolu, et que la matière et l'énergie sont équivalentes ($e=mc^2$).</p> <p>Albert Einstein publie un travail sur la probabilité et le mouvement brownien</p> <p>Paul Langevin (1872-1946) donne une théorie électronique des phénomènes dia- et paramagnétiques, confirmant les lois découvertes par Pierre Curie.</p>
<p>Mikhail Tsvett découvre la technique de chromatographie pour la séparation de composés organiques.</p> <p>Walther Nernst présente une formulation du troisième principe de la thermodynamique. Il étudiera aussi les électrolytes, les équilibres chimiques, les basses températures. Il obtiendra le prix Nobel de chimie en 1920.</p>	1906	<p>Le physicien français Pierre Weiss propose une théorie du magnétisme du fer, qui explique sa disparition à haute température.</p> <p>Arsène d'Arsonval et Georges Bordas introduisent le procédé de la lyophilisation, après avoir mis au point la réfrigération par absorption.</p>
	1907	<p>En mesurant la désintégration radioactive de l'uranium, l'Américain Bertram Boltwood estime l'âge de la terre entre 410 et 2200 millions d'années, beaucoup plus que les valeurs antérieures.</p> <p>Découvertes des principaux groupes sanguins.</p>
	1908	<p>Liquéfaction de l'Hélium par le Hollandais Kamerlingh Onnes (cf 1911).</p>

En chimie	-----	Dans les autres domaines
<p>Léo Baekeland invente la bakélite, un plastique thermodurcissable très dur.</p> <p>Michaelis et Menten publient leurs travaux sur l'influence de la concentration en substrat sur la vitesse de réaction enzymatique : ils redécouvrent l'équation de Henri ! Cette relation est maintenant connue sous le nom de Henri-Michaelis-Menten.</p> <p>Levene étudie l'effet de l'hydrolyse basique sur la levure. Il trouve ainsi que l'acide nucléique est composé de 4 nucléotides. En 1929, il effectuera l'hydrolyse enzymatique du thymus et trouvera également 4 nucléosides. Les désoxyribonucléotides ont été identifiés 20 ans après les ribonucléotides car les premiers sont moins stables, et donc plus difficile à mettre en évidence.</p> <p>Le Danois Søren Sørensen suggère le concept de pH (le logarithme négatif de la concentration en ion hydrogène) pour caractériser l'acidité.</p>	1909	<p>Hans Geiger (1882-1945) conçoit un détecteur de particule alpha. Ultérieurement, il développera avec Walther Müller ce qui est devenu le compteur Geiger-Müller, qui enregistre également d'autres types de rayonnement ionisant, comme la particule bêta et les rayons gamma.</p>
<p>Paul Ehrlich synthétise le salvarsan, permettant de guérir la syphilis.</p>	1910	
<p>Pour expliquer la déviation ou le recul d'une partie des particules alpha envoyées vers une fine feuille d'or, le physicien Ernest Rutherford, travaillant en Angleterre, propose un modèle nucléaire de l'atome. Il estime le diamètre du noyau positif à environ 1/10000ème du diamètre de l'atome.</p>	1911	<p>Le physicien hollandais Heike Kamerlingh Onnes découvre que le mercure perd toute résistance électrique à une température proche du zéro absolu. Cet effet est également constaté sur d'autres matériaux. Il recevra le prix Nobel de physique en 1913.</p> <p>C.T.R. Wilson invente la chambre à ionisation pour détecter les trajectoires de particules.</p> <p>H. Geiger et J.M. Nuttall donnent la loi régissant le taux de désintégration en fonction du temps.</p> <p>Première conférence Solvay.</p>
<p>La technique de radiocristallographie (RX), développée par William Henry et William Lawrence Bragg (père et fils) en Grande-Bretagne, et Max von Laue en Allemagne, montre que les symétries des cristaux de solides s'expliquent par des arrangements réguliers des atomes. William et Lawrence Bragg expriment la condition mathématique pour obtenir une déviation intense des rayons X.</p> <p>Debye utilise la théorie quantique pour modifier et améliorer la théorie de la chaleur spécifique des solides proposée par Albert Einstein.</p>	1912	<p>Victor Hess découvre les rayons cosmiques.</p> <p>Constatant que les contours des continents peuvent s'assembler comme les pièces d'un puzzle, le scientifique allemand Alfred Wegener suggère que les continents se sont formés au départ d'un seul supercontinent qu'il appelle Pangée. La configuration actuelle est le résultat de ce qui est qualifié de dérive des continents.</p>

En chimie	-----	Dans les autres domaines
<p>Le physicien danois Niels Bohr utilise le principe de la quantification pour prédire les longueurs d'ondes émises par l'hydrogène, inexplicable par la physique classique. Modifiant le modèle de Rutherford, il propose un modèle de structure planétaire de l'atome. Il recevra le prix Nobel de physique en 1922.</p> <p>Moseley étudie les spectres de rayon X des éléments, et en déduit leur charge nucléaire, contribuant de la sorte à confirmer la classification périodique des éléments.</p> <p>Fritz Haber (1868-1934) met au point un procédé de synthèse de l'ammoniac par combinaison directe d'azote et d'hydrogène sous très forte pression et en présence d'un catalyseur, qui sera appliqué industriellement par le chimiste allemand Karl Bosch. Haber obtiendra le prix Nobel de chimie en 1918.</p> <p>Friedrich Karl Rudolph Bergius (1884-1949) a mis au point un procédé de fabrication d'hydrocarbures liquides à partir de la houille. Il utilise des hautes pressions et l'hydrogénéation. Il obtiendra en 1931 le prix Nobel de chimie, avec le chimiste allemand Karl Bosch.</p>	1913	<p>Harry Brearley crée un acier inoxydable. Le premier réfrigérateur à usage domestique est vendu aux USA à Chicago.</p> <p>Travaux d'Emile Borel sur la mécanique statistique et l'irréversibilité.</p>
<p>Soddy crée la notion d'isotope.</p> <p>Ernest Rutherford suggère que le noyau atomique chargé positivement contient des protons.</p>	1914	
<p>Sommerfeld donne une théorie de l'atome.</p> <p>La société Corning introduit le verre pyrex.</p>	1915	<p>Albert Einstein étend sa théorie de la relativité pour décrire la gravité, qui devient une propriété inhérente de l'espace-temps à quatre dimensions. La théorie explique correctement une dérive graduelle de l'orbite de la planète Mercure.</p> <p>Langevin invente le sonar, destiné à permettre aux bâtiments de surface de détecter des sous-marins en plongée.</p>
<p>Gilbert Newton Lewis (1875-1946) et Irving Langmuir formulent un modèle des liaisons chimiques utilisant les couches électroniques.</p> <p>Langmuir recevra le prix Nobel de chimie en 1932 pour ses travaux sur les couches monomoléculaires et sur la chimie des surfaces.</p> <p>Sydney Chapman et David Enskog développent une théorie cinétique des gaz.</p>	1916	<p>L'effet photoélectrique expliqué par Einstein en 1905 est utilisé par l'Américain Robert Millikan pour mesurer h, la constante mathématique introduite par Max Planck pour définir un quantum d'énergie.</p> <p>Utilisant la relativité générale, l'astronome allemand Karl Schwarzschild montre qu'un corps dense est capable de produire des forces de gravité si importante que la lumière ne peut s'en échapper : un trou noir.</p>
	1917	<p>P. Langevin travaille sur un détecteur ultrasonore</p>

En chimie	-----	Dans les autres domaines
En utilisant les rayons alpha du radium, Rutherford réalise la première désintégration nucléaire artificielle et émet l'hypothèse de l'existence du neutron dont il déterminera la masse.	1918	Reconnaissance des gènes dans les chromosomes
Le physicien américain Elmer Samuel Imes réalise la première mesure précise des distances interatomiques dans une molécule. Ses spectres infrarouges de HCl, HBr, et HF supportent la théorie quantique et révèlent que l'atome de chlore existe sous deux formes de masses atomiques différentes. Le physicien britannique Francis William Aston (1877-1945) perfectionne le spectromètre de masse et découvre que de nombreux corps sont formés du mélange de deux ou de plusieurs isotopes légèrement différents. Il obtiendra le prix Nobel de chimie en 1922.	1919	Au moyen d'équipements qu'il développe et met au point, Percy Williams Bridgman (1882 - 1961) parvient à créer des pressions pouvant atteindre 400 000 atmosphères, lui permettant d'étudier les propriétés mécaniques et thermodynamiques de la matière à haute pression. Les techniques ainsi élaborées ont servi également par la suite à la production de diamants industriels à laquelle il parvient pour la première fois en 1955. Pour ses travaux, Bridgman a obtenu le prix Nobel de physique en 1946.
Le chimiste allemand Hermann Staudinger fonde la chimie des macromolécules.	1920	
Langmuir donne un modèle de la structure de l'hélium.	1921	
	1922	La relativité générale prédit un univers en expansion, suivant le mathématicien et météorologue soviétique Aleksander Friedmann. Ce résultat est tout d'abord rejeté par Einstein. Banting et Best découvrent l'insuline.

En chimie	-----	Dans les autres domaines
<p>Le physicien français Louis de Broglie généralise la dualité onde-corpuscule en suggérant que les particules matérielles possèdent également un aspect ondulatoire. Il recevra le prix Nobel de physique en 1929.</p> <p>Johannes N. Bronsted, Thomas M. Lowry et Gilbert N. Lewis décrivent indépendamment la théorie des acides et des bases, rénovant entièrement le point de vue classique d'Arrhenius. La réaction acido basique est considérée comme un transfert de proton où l'acide est le donneur de proton et la base l'accepteur.</p> <p>Pieter Debye et Erich Hückel publient un traitement statistique de la dissociation des électrolytes. Debye a reçu le prix Nobel de chimie en 1936.</p> <p>Georg Hevesy de Heves (1885-1966) et le physicien néerlandais Dirk Coster découvrent l'hafnium.</p>	1923	<p>Le physicien américain Arthur Holly Compton observe que lors de leur interaction avec les électrons, les rayons X se comportent comme de minuscules boules de billard, une évidence supplémentaire de la réalité des photons.</p> <p>L'astronome américain Edwin Hubble, utilisant le télescope du mont Wilson, détermine que la galaxie Andromède est éloignée d'un million d'années lumière (corrigé plus tard à deux millions), alors que de nombreux astronomes prétendaient que le cosmos se limitait à quelques centaines de milliers d'années lumière.</p> <p>Zworykin conçoit un tube cathodique pour produire des images (télévision).</p> <p>Griffith étudie la bactérie de la pneumonie. Il découvre que la souche S est virulente, alors que la souche R est inactive. 17 ans plus tard, Avery injecte l'acide nucléique R de cette bactérie dans une souche S et il obtient une souche non virulente. Il en déduit que les propriétés dépendent des acides nucléiques.</p>
<p>P.M. Blacket réalise la première transmutation (azote en oxygène).</p> <p>John Lennard-Jones propose une forme semi empirique de la force d'interaction entre atomes.</p> <p>Wolfgang Pauli établit de principe d'exclusion quantique qui porte son nom : deux fermions ne peuvent se trouver dans le même état quantique..</p>	1924	<p>Satyendra Bose et Albert Einstein introduisent la statistique de Bose-Einstein. Ils proposent le phénomène de condensation qui porte leurs noms.</p>
<p>Theodore Svedberg développe l'ultracentrifugation, révolutionnant de la sorte la détermination des masses des molécules.</p> <p>Pierre Auger découvre l'effet d'auto ionisation (effet Auger).</p> <p>George Uhlenbeck et Samuel Goudsmit postulent l'existence du spin de l'électron.</p>	1925	<p>Ernst Ising présente la solution unidimensionnelle du modèle qui porte son nom et qui décrit le ferromagnétisme comme un phénomène coopératif basé sur les spins.</p>
<p>Le physicien autrichien Erwin Schrödinger réalise une synthèse des aspects quantique et ondulatoire par une équation baptisée équation de Schrödinger, qui devient l'élément central de la mécanique quantique.</p> <p>Enrico Fermi (1901-1954) développe la distribution statistique dite de Fermi-Dirac, applicable aux fermions.</p> <p>La première enzyme est cristallisée par Sumner : l'uréase, qui coupe l'urée en ammoniaque et CO₂.</p>	1926	<p>Robert Goddard (1882-1945) lance la première fusée utilisant un combustible liquide. Il développera par la suite des fusées supersoniques et multi-étages.</p>

En chimie	-----	Dans les autres domaines
<p>Heisenberg établit le principe d'incertitude, indiquant qu'il est impossible de mesurer avec exactitude la position et la vitesse d'une particule en même temps.</p> <p>William Francis Giauque (1895-1982) publie une méthode permettant d'atteindre des températures proches du zéro absolu par démagnétisation adiabatique. Il obtiendra le prix Nobel de chimie en 1949.</p>	1927	<p>Le chanoine belge Georges Lemaître conclut que l'univers en expansion a débuté à partir d'un point et d'un instant unique. C'est l'origine de la théorie du Big Bang.</p> <p>Premier vol transatlantique solitaire par Charles Lindbergh.</p>
<p>Otto Diels découvre la structure fondamentale des stéroïdes dont dérive le cholestérol.</p> <p>Otto Diels et Kurt Alder découvrent la réaction de cycloaddition dite de Diels-Alder permettant de synthétiser des molécules cycliques. Ils travailleront également sur les hydrocarbures aromatiques et recevront le prix Nobel de chimie en 1950.</p> <p>Le physicien indien Chandrasekhar Venkata Raman (1888-1970) découvre qu'un faisceau lumineux change de longueur d'onde après une interaction avec la matière. Avec l'arrivée ultérieure des lasers, la diffusion Raman devient une technique spectroscopique majeure pour l'étude des composés organiques et inorganiques.</p> <p>Premiers pHmètres.</p>	1928	<p>Le physicien britannique Paul Dirac généralise la notion de spin et introduit la relativité restreinte en mécanique quantique. Il dérive une équation pour les électrons qui de manière inattendue prédit l'existence de nouvelles particules aux propriétés semblables, mais de charges opposées, appelées antiparticules.</p> <p>Alexander Fleming (1881-1955), bactériologiste, découvre la pénicilline.</p>
<p>Phoebus Levene découvre un sucre, le désoxyribose, dans les acides nucléiques.</p> <p>Adolf Butenandt (1903-1995) isole et étudie les hormones sexuelles et donne la formule de l'œstrogène. Il obtiendra ensuite celles de l'androstérone (1931), de la progestérone et de la testostérone (1934), en déterminant leurs relations avec les stéroïdes. Il découvre également la folliculine et étudie les hormones des insectes et certains virus. Il partagera en 1939 le prix Nobel de chimie avec Leopold Ruzicka.</p>	1929	<p>Edwin Hubble découvre qu'au plus une galaxie est éloignée de nous, au plus sa lumière est décalée vers le rouge et plus vite elle s'éloigne de nous (effet Doppler). Cela confirme l'hypothèse de l'univers en expansion annoncée en 1922.</p> <p>Hans Bethe calcule la séparation de niveaux atomiques résultant de symétries cristallines.</p>

En chimie	-----	Dans les autres domaines
<p>Fritz London explique les forces de van der Waals à partir des interactions entre les dipôles des molécules.</p> <p>Odd Hassel (1897 - 1981) étudie par diffraction des rayons X le cyclohexane. Il observe que sa conformation dominante est la forme chaise et qu'il existe un équilibre entre les deux formes chaises.</p> <p>Northrop et Coll cristallisent la pepsine, la trypsine et la chymotrypsine. Ils démontrent que ces cristaux de protéines étaient des enzymes pures, ce qui était jusque là difficilement admis. Haldane propose que des liaisons de faible énergie sont responsables de la formation du complexe enzyme-substrat.</p> <p>William Thomas Astbury (1889 - 1961), un cristallographe et biologiste moléculaire britannique fournit une explication de l'élasticité de la laine en terme de deux structures de la kératine : l'alpha-kératine dans laquelle les polypeptides sont repliées hexagonallement (laine non étirée) et la beta-kératine dans laquelle la chaîne est étirée sous forme d'un zigzag. En 1951, la structure de l'alpha-kératine a été corrigée par Linus Pauling qui démontre la structure hélicoïdale des chaînes dans ce composé.</p>	1930	<p>Le géologue britannique Arthur Holmes relie les âges des roches déterminés par la présence de fossiles et déterminés par analyse de la radioactivité, créant de la sorte une échelle absolue du temps géologique.</p> <p>Découverte de Pluton</p> <p>Sulfamides</p>
<p>Au sein de la société du Pont de Nemours, le chimiste américain Wallace Hume Carothers développe et synthétise le caoutchouc synthétique (néoprène).</p> <p>Urey découvre le deutérium.</p> <p>Linus Pauling entame une série de papier sur la nature de la liaison chimique. Il découvre le concept de résonance et l'utilise pour expliquer la stabilité des molécules symétriques planes. Pauling s'opposera avec vigueur aux essais nucléaires, avertissant des dangers biologiques des retombées radioactives. Il recevra le prix Nobel de chimie en 1954 et le prix Nobel de la paix en 1962.</p>	1931	<p>W. Pauli fait l'hypothèse de l'existence du neutrino. Il recevra le prix Nobel de physique en 1945.</p> <p>A. Piccard atteint 16 000 m en ballon stratosphérique.</p> <p>En mathématique, Gödel démontre le théorème d'incomplétude : on sait désormais que certaines propositions ne pourront être démontrées.</p> <p>Théorème ergodique de George David Birkhoff (1884-1944).</p>

En chimie	-----	Dans les autres domaines
<p>Le physicien britannique James Chadwick bombarde du béryllium avec des noyaux d'hélium, et découvre le neutron, le deuxième constituant des noyaux atomiques après le proton. Cette particule électriquement neutre peut être utilisée pour investiguer les noyaux. Les physiciens américains Ernest O. Lawrence et son étudiant M. Stanley Livingston construisent un dispositif ingénieux pour étudier le noyau atomique en les bombardant par des particules énergétiques subatomiques. Leur cyclotron accélère ces particules en les faisant tourner grâce à un champ électrique et produit des particules d'énergie extrêmement élevée. Cette conception inspirera les générations suivantes d'accélérateur de particules. Lawrence recevra le prix Nobel de physique en 1939.</p> <p>Hans Krebs découvre le cycle de l'urée.</p> <p>Takahashi propose un modèle de structure de l'ADN.</p> <p>Robert Sanderson Mulliken (1896-1986) introduit la notion d'orbitale moléculaire.</p>	1932	<p>L'astrophysicien américain d'origine indienne Subrahmanyan Chandrasekhar calcule qu'une étoile d'une masse suffisante s'effondre sous sa propre gravité, devenant une naine blanche. Pour une masse plus grande, l'amas peut conduire à une étoile à neutron et finalement au trou noir déjà expliqué en 1916. Subrahmanyan Chandrasekhar obtiendra le prix Nobel de physique en 1983.</p> <p>Fermi présente une théorie sur l'émission radioactive bêta et introduit la dernière des quatre forces fondamentales connues (gravité, électromagnétisme, et au niveau nucléaire la "force forte" et la "force faible" de Fermi).</p> <p>Carl David Anderson découvre le positron, une particule subatomique fondamentale, confirmant de la sorte la théorie de Dirac.</p> <p>Le Suisse Auguste Piccard, professeur à l'Université Libre de Bruxelles atteint l'altitude de 16 770 mètres, à l'aide du F.N.R.S 1, un énorme ballon stratosphérique auquel était suspendue une nacelle métallique étanche.</p>
<p>Tadeus Reichstein synthétise artificiellement la vitamine C.</p>	1933	<p>Max Knoll et Ernst Ruska inventent le microscope électronique.</p> <p>Eugène Paul Wigner déduit à partir d'expériences que la force entre deux nucléons est extrêmement faible sauf s'ils sont à des distances très petites comme dans un noyau, où elle domine alors les forces électriques.</p>
<p>Irène Joliot-Curie (fille de Pierre et Marie Curie) et son mari Frédéric Joliot-Curie bombardent de l'aluminium avec des noyaux d'hélium pour créer un isotope radioactif artificiel, le phosphore-30. Les isotopes radioactifs sont aussitôt utilisés pour examiner des processus biologiques tels que l'absorption de l'iode par la glande thyroïde. Ils obtiendront le prix Nobel de chimie en 1935.</p> <p>Haworth et son équipe réussissent à faire la synthèse de la vitamine C, déterminent sa structure et proposent une méthode de préparation industrielle. Ses recherches portent aussi sur les hydrates de carbone. Il partagera le prix Nobel de chimie avec le chimiste suisse Paul Karrer, en 1937.</p>	1934	

En chimie	-----	Dans les autres domaines
L'utilisation du pH se généralise grâce au pHmètre simple et portable développé et vendu par Arnold Beckman.	1935	A partir de sa théorie des forces nucléaires qui maintiennent le noyau nucléaire, le physicien japonais Hideki Yukawa prédit l'existence des mésons, des particules de "colle nucléaire" avec une masse intermédiaire entre celles des protons et des électrons. L'inventeur américain Chester Carlson invente une méthode de copie basée sur le fait que le sélénium devient un bon conducteur électrique lorsqu'il est illuminé. La photocopie est née. V. Volterra et U. d'Anconna proposent un modèle mathématique des évolutions des populations de proies et de prédateurs. Charles Richter invente une échelle logarithmique pour mesurer l'intensité des tremblements de terre.
Après avoir entamé des recherches pour obtenir une fibre synthétique similaire à la soie, Carothers crée le polyamide 6-6 (le nylon), qui possède après étirage une résistance supérieure à la soie. Le Nylon est utilisé dès 1938, d'abord pour la fabrication de bas et de poils de brosse à dents.	1936	Le "Magnétophone", dispositif utilisant une bande recouverte d'une poudre magnétique, est utilisé pour enregistrer un concert dirigé par Sir Thomas Beecham.
	1937	Parmi les rayons cosmiques qu'ils examinent dans des chambres à bulles, les physiciens américains Carl D. Anderson et Seth Neddermeyer découvrent le muon, une particule élémentaire 200 fois plus massive qu'un électron. Le Radar (RADio Detection And Ranging), une méthode pour détecter des objets distants en les illuminant par des ondes radio et en mesurant le signal réfléchi, est développé pour l'utilisation en défense aérienne par Robert Watson-Watt et d'autres ingénieurs britanniques. Alan Turing élabore le concept d'ordinateur universel

En chimie	-----	Dans les autres domaines
<p>E.D. Kendall synthétise la cortisone. Plunkett synthétise le téflon. Premiers polyesters. Les chimistes allemands Otto Hahn et Fritz Strassmann détectent des éléments légers dans de l'uranium irradié par des neutrons. La physicienne autrichienne Lise Meitner (ayant fuit les Nazis) et son neveu Otto Frisch explique ce résultat par la fission nucléaire. Elle avait découvert avec Otto Hahn le protactinium en 1918. Hahn a reçu en 1944 le prix Nobel de chimie. Hamarsten, Singer et Levene déterminent séparément le poids moléculaire de l'ADN, par biréfringence et ultracentrifugation. William Thomas Astbury (1898 - 1961) et une étudiante, Florence Bell, étudient l'ADN par rayons X et trouve une structure linéaire avec des bases perpendiculaire à l'axe. Il en déduit que les phosphates sont à l'intérieur et les bases à l'extérieur. Cette erreur va retarder la détermination exacte de la structure tridimensionnelle de l'ADN. Linus Carl Pauling (1901 - 1994) voit des groupements OH pointant vers l'extérieur de la molécule d'ADN. Il en conclut, s'appuyant sur le modèle d'Astbury, que les bases sont sous forme énol.</p>	1938	<p>Le physicien soviétique Pyotr Kapitsa, travaillant à des températures proche du zéro absolu, découvre que l'hélium liquide possède des propriétés superfluides; il s'écoule sans pratiquement aucune friction, montrant des propriétés bizarres telles que la tendance à s'échapper spontanément hors de son réservoir. La physique classique ne parvient pas à expliquer la quantité énorme d'énergie irradiée par une étoile telle que le soleil. Le physicien américain d'origine allemande Hans Bethe l'explique en utilisant la théorie des réactions nucléaires. Il calcule que les températures élevées au sein d'une étoile provoque la fusion nucléaire des noyaux d'hydrogènes en noyau d'hélium, dégageant une puissance gigantesque inépuisable avant des millions d'années.</p>
<p>Le physicien américain Isidor Isaac Rabi montre comment étudier les atomes et les molécules grâce à leurs propriétés magnétiques, introduisant la technique de résonance magnétique nucléaire (RMN).</p>	1939	<p>Le physicien allemand Walter Schottky décrit l'effet d'avalanche dans un semi-conducteur.</p>
<p>Le DDT et d'autres insecticides sont développés. Edwin Mattison McMillan (1907-1991) et Abelson produisent le neptunium, le premier élément transuranien synthétique, en bombardant de l'uranium par des neutrons produit par un cyclotron.</p>	1940	<p>Lansteiner découvre le facteur Rhésus. L'équipe Joliot-Halban-Kowarski montre la possibilité d'une réaction nucléaire en chaîne et de la production de neutrons.</p>
	1941	<p>Landau réalise une analyse quantique de l'hélium liquide</p>

En chimie	-----	Dans les autres domaines
<p>Glenn Seaborg et des collègues bombardent de l'uranium dans un cyclotron et produisent le plutonium, un élément fissile, ainsi que 8 autres éléments nouveaux plus lourds que l'uranium. John Dunning et des collègues montrent que l'uranium-235 est une forme fissile de l'uranium et développent une méthode pour isoler cet isotope. Le plutonium-239 et l'uranium-235 deviennent essentiels pour la réalisation de la bombe atomique. Seaborg et McMillan obtiendront le prix Nobel de chimie en 1951.</p>	1942	<p>Puisque les particules ont également une nature ondulatoire, un électron possède une longueur d'onde associée. Dans le microscope électronique, inventé par l'ingénieur allemand Ernst Ruska, un faisceau d'électrons permet d'examiner un échantillon avec une plus grande résolution que celle d'un microscope optique. Salvador Edward Luria, un biologiste américain d'origine italienne, utilise la microscopie électronique pour réaliser des images d'un virus d'une taille de 100 nm. Le président des Etats-Unis Franklin D. Roosevelt approuve un effort à grande échelle pour construire une bombe atomique. C'est le projet Manhattan dirigé par le général Leslie Groves. Une équipe conduite par le physicien d'origine italienne Enrico Fermi initie la première réaction nucléaire en chaîne dans une "pile atomique" contenant de l'uranium et du graphite, à l'université de Chicago.</p>
	1943	<p>Le laboratoire de Los Alamos est construit au nouveau Mexique, sous la direction scientifique du physicien américain Robert Oppenheimer (1904-1967). C'est un des éléments essentiels du projet Manhattan. D'autres laboratoires produisent le matériau fissile destiné aux bombes.</p>
<p>Un problème de base du magnétisme est résolu par le chimiste américain d'origine norvégienne Lars Onsager, qui développe une description mathématique ingénieuse du modèle d'Ising à deux dimensions, modélisant le comportement magnétique des matériaux. Plus tard, ce travail sera appliqué dans l'analyse d'autres systèmes complexes, tels que les gaz adsorbés sur des surfaces solides, la fixation de l'oxygène par l'hémoglobine. Onsager a contribué largement à la thermodynamique de non-équilibre et a reçu en 1968 le prix Nobel de Chimie. Waksman et Schatz créent la streptomycine. Robert Woodward et William von Eggers Doering synthétisent la quinine. Todd réalise la synthèse des désoxyoligonucléotides lui permettant de faire un ADN polymère 3',5' ester phosphate. Il fut récompensé pour ces travaux par le Prix Nobel de chimie en 1957.</p>	1944	<p>Une équipe de chercheur de l'Institut Rockefeller reconnaît le rôle de l'ADN dans le génotype.</p>

En chimie	-----	Dans les autres domaines
<p>La spectroscopie RMN (résonance magnétique nucléaire) est réalisée indépendamment par Félix Bloch et Edward M. Purcell. Ils obtiendront le prix Nobel de physique en 1952.</p>	1945	<p>La première bombe atomique "A" basée sur la fission nucléaire explose à Alamogordo. Deux bombes seront larguées sur le Japon, à Hiroshima et Nagasaki.</p> <p>Fin de la seconde guerre mondiale, accords de Yalta, et création de l'organisation des nations unies.</p> <p>McMillan et Veksler énoncent le principe du synchrotron, une source prodigieuse de rayonnement.</p>
<p>Deux Américains, Edward M. Purcell et le Suisse d'origine Felix Bloch, appliquent séparément la résonance magnétique nucléaire aux solides et aux liquides.</p> <p>Le chimiste américain Willard Frank Libby montre comment obtenir l'âge de la mort d'organismes vivant par la mesure de la décroissance en isotope radioactif 14 du carbone. La datation au carbone 14 est précise jusqu'à 50 000 ans et plus, et est largement utilisée par les archéologues, les anthropologues et géologues. Libby obtiendra le prix Nobel de chimie en 1960.</p> <p>Ilya Prigogine présente une théorie thermodynamique des phénomènes irréversibles au congrès IUPAP, un an après avoir introduit le théorème du minimum de production d'entropie. Il obtiendra le prix Nobel de chimie en 1977.</p>	1946	<p>L'ordinateur ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Comparator), utilisant des tubes sous vide, entre en service à l'Université de Pennsylvanie. Il possède les caractéristiques des ordinateurs modernes : électronique, digital et programmable.</p> <p>Fondation de l'Unesco, organisation des nations unies pour l'éducation, la science et la culture.</p>
<p>Premier chromatographe en phase gazeuse. Ronald George Wreyford Norrish et George Porter construisent un appareil générant des radicaux libres sous l'effet d'éclairs lumineux de forte puissance afin d'étudier les réactions photochimiques dans les milieux gazeux. La photolyse-éclair permettra ultérieurement d'étudier des réactions se produisant dans un temps de l'ordre de la nanoseconde. Ils obtiendront avec Manfred Eigen le prix Nobel de chimie 1967.</p>	1947	<p>Les physiciens américains John Bardeen, William Shockley et Walter Brattain inventent le transistor, un amplificateur électronique constitué d'un petit morceau de matériau semi-conducteur. Premier vol supersonique.</p>

En chimie	-----	Dans les autres domaines
Erwin Chargaff montre que dans l'ADN, le nombre d'unités guanine équivaut au nombre d'unités cytosine, et que le nombre d'unités adénine équivaut au nombre d'unités thymine.	1948	<p>Les physiciens américains Richard Feynman et Julian Schwinger, et le physicien japonais Sin-Itiro Tomonaga développent l'électrodynamique quantique (QED), la première théorie complète de l'interaction des photons et des électrons. Ils obtiendront le prix Nobel de physique en 1965.</p> <p>Un télescope disposant d'un miroir de 5 mètres entre en service au mont Palomar, en Californie.</p> <p>George Gamow, Ralph Alpher, et Robert Herman prédisent que le Big Bang universel doit causer un bruit de fond cosmique de radiations micro-ondes, caractéristiques d'une température d'environ 5 K.</p> <p>Création de l'Organisation Mondiale de la Santé.</p> <p>La physicienne germano-américaine Maria Goeppert Mayer, collaboratrice de Fermi, et indépendamment Hans Jensen en 1949, décrivent le noyau atomique comme constitué de coquilles sphériques de neutrons et protons. Cela explique la stabilité particulière de certains noyaux. Ils obtiendront le prix Nobel de physique en 1963, conjointement à Eugene Paul Wigner.</p> <p>Le premier ordinateur dont le programme est en mémoire et modifiable est conçu par F. C. Williams et Tom Kilburn de l'Université de Manchester.</p>
L'analyse par diffraction RX par la cristallographe britannique Dorothy Crowfoot Hodgkin débouche sur la structure moléculaire de la pénicilline, un des premiers antibiotiques. Elle élucidera plus tard la structure de la Vitamine B12, utile pour lutter contre l'anémie, et obtint le prix Nobel de chimie en 1964.	1949	
<p>Premiers développements de la catalyse Ziegler-Natta, notamment pour la préparation industrielle du polyéthylène à basse pression.</p> <p>L'Allemand Karl Waldemar Ziegler et l'Italien Giulio Natta obtiendront le prix Nobel de chimie en 1963.</p> <p>Derek Harold Barton (1918 - 1998) observe que, pour le cyclohexane dans la conformation chaise, les substituants équatoriaux sont plus stables que les substituants axiaux.</p>	1950	

En chimie	-----	Dans les autres domaines
<p>Robert Woodward synthétise le cholestérol et la cortisone.</p> <p>La molécule de bis-(cyclopentadienyle)- fer (II) ou ferrocène est synthétisée par L. Pauson. Le fer et le cyclopentadiène forment un solide orange stable qui servira de base au développement de nouveaux catalyseurs.</p>	1951	<p>Les physiciens américains Harold Ewen et Edward Mills Purcell observent un signal radio d'une longueur d'onde de 21 centimètres provenant d'atomes d'hydrogène dans l'espace, fournissant un moyen de retrouver le matériau de base de l'univers.</p> <p>Rachel Carson (1907-1964), zoologiste, publie "The Sea Around Us", un ouvrage vulgarisant l'écologie scientifique. Elle se prononce contre l'usage de certains pesticides aux dommages durables.</p>
<p>La physico-chimiste britannique Rosalind Franklin, travaillant dans le groupe de Wilkins, réalise une étude par diffraction RX de l'ADN, la molécule organique complexe qui encode l'information génétique.</p> <p>Après un travail dans les années 30 sur les propriétés électriques des neurones géants trouvés dans les calmars, les physiologistes et biophysiciens anglais Alan Lloyd Hodgkin et Andrew Fielding Huxley établissent le processus chimique responsable de la transmission des impulsions électriques le long des fibres nerveuses.</p> <p>Rudolph Arthur Marcus complète une théorie précédente. Celle-ci, baptisée Rice-Ramsperger-Kassel-Marcus (RRKM) sera à la base de l'obtention du prix Nobel de chimie de 1992, attribué pour ses contributions à la théorie des réactions chimique par transfert d'électron.</p> <p>Ernst Otto Fischer analyse la structure moléculaire du ferrocène par radiocristallographie et montre un nouveau type de liaison chimique constitué d'un atome de fer "intercalé" entre deux anneaux cyclopentadiéniques. Ces substances ont été appelées métallocènes. Ernst Fisher obtiendra le prix Nobel de chimie en 1973, conjointement à Geoffrey Wilkinson.</p>	1952	<p>Les Etats-Unis testent un dispositif explosif basé sur la fusion nucléaire sur l'atoll Eniwetok dans l'océan pacifique. Une bombe à fission initie la fusion thermonucléaire de l'hydrogène, le processus qui s'effectue naturellement au sein du soleil. Les bombes H deviendront rapidement suffisamment petites pour être embarquées dans des avions et des missiles.</p> <p>Le physicien américain Charles H. Townes, et les physiciens soviétiques Alexander Mikhaïlovich Prokhorov et Nikolai Gennadiyevich Basov, suggèrent indépendamment une façon de provoquer l'émission intense et cohérente de micro-ondes. Townes l'appelle maser (Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation).</p>

En chimie	-----	Dans les autres domaines
<p>Le biologiste britannique Francis Harry Compton Crick et le biologiste américain James Dewey Watson, grâce notamment aux travaux de Rosalind Franklin, établirent qu'il existe 2 formes A et B de l'ADN et qu'il a une structure en hélice hautement cristalline. Ils pensent que la structure est un squelette sucre phosphate externe, les bases étant à l'intérieur. L'hélice à double brin, avec 2 axes de symétries est incompatible avec le modèle énol de Pauling. Ils en concluent que ce sont les cétones des bases qui forment les liaisons hydrogènes.</p> <p>Max Perutz et John Kendrew déterminent la structure de l'hémoglobine par la diffraction de rayons X.</p> <p>Vincent Du Vigneaud, qui a effectué d'importants travaux en biochimie, et son équipe de recherche, réussissent la synthèse de l'ocytocine, la première hormone pituitaire artificielle. Il recevra le prix Nobel de chimie en 1955.</p> <p>Stanley L. Miller et Harold Urey produisent des acides aminés à partir d'un mélange gazeux semblable à l'atmosphère primitive de la terre. Wittig publie la réaction qui porte son nom, transformant les cétones en alcènes. On lui doit également d'autres travaux importants en chimie organique, appliqués dans la recherche et dans l'industrie. Il reçut le prix Nobel de chimie en 1979.</p> <p>Manfred Eigen effectue des recherches sur les réactions ultrarapides, ayant montré que l'absorption des ondes sonores permet de caractériser la relaxation autour de l'équilibre chimique.</p>	1953	
<p>Suite aux déversements illégaux d'une compagnie utilisant du mercure, la baie de Minamata au Japon est tellement contaminée par le mercure que la population en souffrira gravement (milliers de morts et malades).</p>	1954	<p>Des scientifiques de la Bell Telephone Company développent une cellule photovoltaïque, un dispositif de silicium qui utilise la lumière du soleil pour générer un courant électrique.</p>
<p>Severo Ochoa découvre les enzymes polymerase de l'ARN. Arthur Kornberg découvre ceux qui correspondent à l'ADN.</p> <p>Frederick Sanger détermine la première séquence complète des acides aminés d'une protéine, l'insuline.</p> <p>Melvin Calvin annonce la détermination complète du cycle de la photosynthèse. En utilisant du carbone 14 radioactif, il a pu détecter la succession des réactions chimiques produites par des plantes. Il a reçu pour cette découverte le prix Nobel de chimie en 1961.</p>	1955	<p>Rudolf Ludwig Mössbauer observe un phénomène se produisant lorsqu'un rayon gamma est émis par un atome radioactif, et permettant des mesures extrêmement précises des effets gravitationnels, magnétiques et électriques.</p> <p>Gregory Pincus, un endocrinologue américain travaillant sur les propriétés anticonceptionnelles des stéroïdes met au point la première pilule contraceptive, qui sera rapidement commercialisée.</p>

En chimie	-----	Dans les autres domaines
<p>Le physicien nucléaire américain Rosalyn Sussman Yalow développe une technique utilisant des éléments radioactifs comme traceur pour mesurer des concentrations extrêmement faibles de substances biologiques et pharmaceutiques. Cette technique dite radioimmunoessai est d'abord utilisée pour étudier l'insuline dans le sang des diabétiques. Geoffrey Wilkinson et ses collaborateurs accomplissent des travaux sur les complexes organométalliques du ruthénium, du rhodium et du rhénium, donnant lieu à des applications intéressantes dans les réactions d'hydrogénéation et d'hydroformylation des oléfines en milieu homogène. Il obtiendra le prix Nobel de chimie en 1973, conjointement à Ernst Otto Fischer.</p>	1956	Expérience mettant en évidence l'existence du neutrino.
<p>Khorana réalise la première synthèse de gène (environ 150 paires de bases).</p>	1957	<p>L'Union Soviétique lance le premier satellite artificiel de la terre, Spoutnik I. L'équipe américaine composée de John Bardeen, Leon Cooper, et Robert Schrieffer résolvent le problème de la superconductivité, découverte en 1911. Ils montrent que des électrons forment dans les superconducteurs des paires dont les propriétés quantiques permettent de circuler sans perte d'énergie.</p>

En chimie	-----	Dans les autres domaines
<p>John Charles Polanyi utilise un appareil expérimental simple pour observer le rayonnement infrarouge caractéristique de faibles modifications dans les vibrations, lors du passage de molécules d'un état extrêmement excité, au cours d'une réaction, à un autre moins excité, à l'échelle de temps de la picoseconde (cf Herschbach et Lee, 1968).</p>	1958	<p>Robert Noyce, de la société Fairchild Semiconductor, et Jack Kilby, de Texas Instruments, inventent indépendamment le circuit intégré, qui incorpore de nombreux transistors et d'autres composants électroniques dans un seul fragment de silicium semi-conducteur.</p> <p>Le Français Jean Dausset met en évidence, en collaboration avec son collègue Jean Bernard, les groupes leucocytaires HLA déterminant le groupe tissulaire des individus. Cela constitue une avancée fondamentale dans le domaine des greffes.</p> <p>Inspiré par le succès du sonar anti sous-marin durant la seconde guerre, l'obstétricien britannique Ian Donald se met à utiliser des ultra-sons pour examiner des foetus en cours de développement. Cette technique évite le risque lié à l'utilisation des rayons X, et devient largement utilisée dans les applications médicales.</p> <p>Le physicien japonais Leo Esaki, de la société Sony Corporation, utilise l'effet tunnel dans un nouveau type de diode. Cet effet permet à des électrons de passer au travers de barrières qui sont infranchissables suivant la physique classique.</p>
	1959	<p>Les premières centrales nucléaires de grande puissance sont opérationnelles aux Etats-Unis.</p>
<p>Robert Woodward synthétise la chlorophylle. George Olah découvre que des carbocations stables peuvent être obtenus en utilisant des nouveaux composés extrêmement acides, dits "superacides" (dont certains ont été décrits auparavant par le Canadien R. J. Gillespie). Olah obtiendra le prix Nobel de chimie en 1994.</p>	1960	<p>Le physicien américain Théodore Maiman de la Hughes Aircraft company obtient une lumière brillante, extrêmement bien dirigée et d'une couleur pure à partir d'un rubis cylindrique. Le laser, résultat de la théorie quantique, est aussitôt utilisé dans une gamme très large d'utilisations scientifiques et commerciales, pour la qualité de son faisceau de lumière parallèle, monochromatique et cohérente.</p> <p>Le Suisse Jacques Picard et l'américain Don Walsh, officier de l'U.S. Navy, se posent par 10 916 mètres de fond dans la fosse abyssale la plus profonde du globe, à bord du bathyscaphe Trieste conçu par Auguste Picard.</p>

En chimie	-----	Dans les autres domaines
De 1961 à 1966, Nirenberg, Ochoa et Khorana décryptent le code génétique.	1961	Youri Gagarine est le premier homme à voler dans l'espace, à bord de Vostok 1. Erection du mur de Berlin.
Neil Bartlett montre que les gaz nobles ne sont pas complètement inertes par la préparation du XePtF ₆ .	1962	L'étudiant de 22 ans Brian Josephson de l'Université de Cambridge trouve que des paires d'électrons peuvent franchir l'espace entre deux superconducteurs séparés. Cet effet est utilisé dans des capteurs magnétiques sensibles utilisés en géologie, en médecine et en physique. Des chercheurs de General Electric, IBM, et du laboratoire Lincoln du MIT trouvent que des diodes utilisant l'arsénure de gallium comme semi-conducteur convertissent le courant électrique en lumière. Des milliards de lasers basés sur ce matériau sont utilisés en télécommunications et dans les lecteurs CD. Harry Hess explique la topographie du fond marin par le déplacement latéral des ridges océaniques. On appelle cette théorie l'expansion océanique. L'ingénieur américain Nick Kolonyak trouve la diode électroluminescente.
Charles Pedersen crée les premiers éthers-couronnes. Ces composés synthétiques contiennent des anneaux d'atomes, ou couronnes, dont la forme leur permet de recevoir les atomes électriquement chargés des métaux alcalins. Donald James Cram approfondira ces travaux. Ils obtiendront avec Jean-Marie Lehn le prix Nobel de chimie en 1987.	1963	Le météorologue américain Edward Lorenz remarque que de légères modifications dans des paramètres d'un modèle simplifié de la convection atmosphérique affectent profondément la prévision calculée, d'une façon apparemment aléatoire. C'est ce qu'on appelle le chaos déterministe.
Roald Hoffmann et Robert Woodward établissent les règles dites de "Woodward-Hoffmann" permettant de prévoir les résultats de réactions de chimie organique. Hoffmann obtiendra le prix Nobel de chimie en 1981, conjointement à Kenichi Fukui.	1964	Les théoriciens américains Murray Gell-Mann et George Zweig postulent indépendamment l'existence des quarks, des particules dont la charge électrique est une fraction de celle des électrons, comme éléments constituants des protons et neutrons ainsi que d'autres particules.

En chimie	-----	Dans les autres domaines
	1965	James Cooley et John Tukey publient un algorithme de transformée de Fourier rapide qui sera dès lors utilisé dans de nombreuses applications technologiques, parmi lesquelles la spectroscopie. La publication a alors rendu impossible la prise d'un brevet. Avant eux, I J Good avait publié un résultat semblable en 1958, G.C. Danielson et Cornelius Lanczos en 1942, C. Runge en 1903 et Gauss en 1805 avaient également travaillé sur ce type d'algorithme.
	1966	
Elias James Corey, professeur à Harvard a développé depuis quelques années la méthode dite de l'analyse rétrosynthétique, pour laquelle il obtiendra le prix Nobel de chimie en 1990.	1967	Les géophysiciens britanniques Dan McKenzie et Robert Parker, et le géophysicien américain W. Jason Morgan décrivent indépendamment la croûte terrestre comme divisée en d'énormes plaques mobiles. La théorie explique les montagnes, volcans, tremblements de terre et est cohérente avec la dérive des continents, introduite par Alfred Wegener en 1915. Les physiciens américains Steven Weinberg et Sheldon Glashow, et le physicien pakistanais Abdus Salam créent indépendamment la théorie électrofaible, qui unifie les forces électromagnétique et nucléaire faible. La fusion thermonucléaire au sein du soleil produit des neutrinos, des particules élémentaires avec peu ou pas de masse. Le chimiste américain Raymond Davis installe le premier détecteur de neutrino solaire dans les profondeurs d'une mine d'or. Il détecte moins de neutrinos que prévu, une constatation qui sera confirmée. Christian Barnard effectue la première transplantation cardiaque. Le taux de rejet des transplantations sera important jusqu'à la découverte de la cyclosporine.

En chimie	-----	Dans les autres domaines
<p>Jean-Marie Lehn synthétise des molécules tridimensionnelles creuses capables d'englober des cations (les cryptandes). Yuan Lee, sous la direction de Dudley R. Herschbach est chargé de construire un réacteur à jets croisés destiné à étudier la dynamique réactionnelle. Ils recevront le prix Nobel de chimie en 1986 en même temps que J.C. Polanyi. William Knowles, de la compagnie Monsanto, montre qu'un catalyseur chiral basé sur un métal de transition peut transférer sa chiralité à une substance non-chirale, conduisant à un produit chiral avec un des énantiomères en excès. Ce procédé novateur sera à la base de la création de nouvelles substances. Knowles obtiendra le prix Nobel de chimie en 2001, conjointement à Ryoji Noyori et Barry Sharpless (auteurs de résultats importants dans le domaine de la catalyse chirale).</p>	1968	<p>En bombardant des protons par des électrons d'énergie élevée sur le nouvel accélérateur linéaire de Stanford, les physiciens Jerome Friedman, Henry Kendall et Richard Taylor, répétant l'expérience de Rutherford, confirment l'existence des quarks dans le proton. Pour décrire l'interaction qui les lie, on a recours à des nouvelles particules, appelées gluons. Ils obtiendront le prix Nobel de physique en 1990.</p>
<p>La cyclosporine est un produit obtenu par la fermentation d'un champignon, le <i>Tolypocladium inflatum</i>. Ses propriétés immunosuppressives seront mises en évidence plus tard et utilisées lors de greffes.</p>	1969	<p>Neil Armstrong est le premier homme à marcher sur la lune.</p>
<p>La vulnérabilité de la couche d'ozone est démontrée. Sa présence dans l'atmosphère permet l'absorption de la plus grande partie du rayonnement ultra-violet, qui autrement viendrait perturber la vie sur terre. Trois chimistes, Paul Crutzen, F. Sherwood Rowland et Mario Molina explorent les processus naturels et artificiels qui détruisent la couche d'ozone. Hamilton Smith et Daniel Nathans découvrent les enzymes de restriction de l'ADN. Howard Temin et David Baltimore découvrent indépendamment l'enzyme transcriptase inverse.</p>	1970	

En chimie	-----	Dans les autres domaines
	1971	<p>Des chercheurs commencent à adapter la RMN à l'imagerie, une technique non-invasive pour examiner l'intérieur des corps. Ces développements aboutiront à des appareillages commerciaux en 1980.</p> <p>Le physicien anglais Michael Green et le physicien américain John Schwarz étendent la théorie des cordes aux supercordes. En 1997, cette théorie semble capable d'unifier la mécanique quantique et la théorie de la relativité pour expliquer toutes les particules découvertes et les forces connues, y compris la gravitation. Elle reste encore à valider expérimentalement.</p> <p>Après la réalisation de l'ingénieur M. Edward Hoff datant de 1969 Texas Instruments fabrique pour la première fois des circuits intégrés microprocesseurs pour le fonctionnement des ordinateurs.</p>
Robert Woodward synthétise la vitamine B-12	1972	<p>L'ingénieur britannique Godfrey Hounsfield, utilisant des méthodes développées par le physicien américain Allan Cormack, combine des images RX pour visualiser l'intérieur du corps humain en trois dimensions, créant de la sorte des nouvelles possibilités de diagnostic extrêmement utiles.</p> <p>En travaillant à des températures légèrement au dessus du zéro absolu, les physiciens américains Douglas Osheroff, Robert Richardson et David Lee montrent que l'isotope hélium-3 devient un superfluide (propriété observée en 1938 pour l'hélium 4).</p> <p>Apparition des premières calculatrices de poche.</p> <p>convention de Washington sur le commerce international des espèces menacées</p>

En chimie	-----	Dans les autres domaines
Des procédures de clonage de l'ADN sont proposées indépendamment par Stanley Cohen et Paul Berg.	1973	<p>Le 11 septembre, le président chilien Salvador Allende est tué au cours d'un coup d'état militaire dirigé par le général Pinochet. Le Chili compte parmi les plus gros producteurs de cuivre et de nitrate de soude, dont les gisements sont contrôlés majoritairement par des compagnies des Etats-Unis.</p> <p>Hans Georg Dehmelt parvient à isoler et à conserver un seul électron en utilisant un champ magnétique intense couplé à un champ électrique tridimensionnel. Il parviendra en 1980 à isoler, à refroidir et à photographier un seul ion. Il a reçu le prix Nobel de physique en 1989, avec le physicien allemand Wolfgang Pauli et le physicien américain Norman Foster Ramsey.</p>
	1974	<p>Le physicien américain Kenneth Wilson développe une méthode mathématique (théorie de la renormalisation) pour décrire certains changements de phase. Il montre comment tenir compte des fluctuations sur des échelles de longueur très différentes.</p> <p>Donald Johanson et Tom Gray découvrent une partie d'un squelette hominidé femelle datant de 3.5 millions d'années. Il le dénommeront "Lucy". Premiers bébés "éprouvettes". La première conception in vitro et réimplantation réussies conduit à la naissance d'Alice Brown.</p>
	1975	<p>Un nouveau type de détecteur de lumière, nommé CCD (Charge-Coupled Devices) et basé sur des semiconducteurs, est utilisé dans des télescopes pour l'observation de la planète uranus. Ils sont plus sensibles que les films photographiques et étendent considérablement les possibilités d'investigation de l'univers.</p> <p>Le mathématicien Benoit B. Mandelbrot présente son concept de fractales, des objets géométriques complexes dont des constituants ressemblent à la structure globale. Cela contribue à classer et analyser l'ordre dans des phénomènes naturels comme les branchements dans les vaisseaux sanguins, les rivières, les arbres, la turbulence dans les fluides, la distribution des galaxies dans l'univers.</p>
	1976	

En chimie	-----	Dans les autres domaines
Walter Gilbert et Allan Maxam d'une part, ainsi que Fred Sanger et Alan Coulson d'autre part présentent indépendamment des procédures rapides de séquencement des gènes.	1977	Lancement du programme Voyager d'exploration des planètes lointaines. Roger Penrose propose un remplissage apériodique utilisant deux formes différentes et caractérisées par une symétrie (approximative) d'ordre 5.
Le physicien français Pierre-Gilles de Gennes présente ses contributions aux théories des polymères et des cristaux liquides, des matériaux utilisés dans des gammes de plus en plus larges d'applications.	1978 1979	Découverte du trou dans la couche d'ozone. La cyclosporine est utilisée lors de greffes pour éliminer les risques de rejet.
	1980	Au siècle précédent, le physicien américain Edwin Herbert Hall découvrait qu'un matériau conducteur placé dans un champ magnétique développait une tension perpendiculaire au courant. Le physicien allemand Klaus von Klitzing a découvert que pour un semiconducteur maintenu à basse température, cet effet Hall varie par sauts quantiques, ce qui sera utilisé pour le développement de nouveaux standards électriques de haute précision.
Le physicien allemand Gerd Binnig et son collègue suisse Heinrich Rohrer développent un microscope dit "à effet tunnel" dans lequel un échantillon est examiné par le balayage d'une pointe métallique extrêmement fine en mesurant le courant électrique transmis à la surface. Cette technique permet de produire une image de la surface mettant en évidence la forme individuelle des atomes. Pour ces travaux, Binnig et Rohrer ont partagé, en 1986, le prix Nobel de physique avec le physicien allemand Ernst August Friedrich Ruska. Hartmut Michel cristallise une protéine bactérienne importante pour la photosynthèse. Avec Johann Deisenhofer, il établit la structure complexe de la protéine en utilisant la technique cristallographique de Robert Huber. Ils obtiendront à trois le prix Nobel de chimie en 1988 pour leur contribution à la compréhension de la photosynthèse.	1981	Le premier synchrotron spécialement conçu comme source de lumière est opérationnel, à Daresbury en Angleterre. Dans un synchrotron, les électrons (ou positrons) sont accélérés à très haute vitesse sur un anneau circulaire et émettent un faisceau intense de rayons X, d'ultra-violet et d'infra-rouge. Ce rayonnement est utile pour l'analyse de solides, de molécules, atomes, et des systèmes biologiques. Il peut également servir à des réalisations technologiques telles que la microlithographie. Premiers diagnostics du SIDA. Premier vol de la navette spatiale réutilisable.
	1982	Philips et Sony introduisent le disque compact. découverte de l'importance du phénomène océanique et climatique El Niño

En chimie	-----	Dans les autres domaines
	1983	Une prédition importante de la théorie nucléaire est confirmée suite à la découverte des bosons W et Z, intermédiaires de la force faible, par le physicien Italien Carlo Rubbia et son équipe de recherche. Premiers indices sérieux du réchauffement de la planète. Lancement de l'ordinateur personnel de IBM.
	1984	D. Shechtman obtient expérimentalement les premiers quasi-cristaux.
Une nouvelle forme du carbone est découverte. Les chimistes américains Richard Smalley et Robert Curl, ainsi que le chimiste britannique Harold Kroto, trouvent que 60 atomes de carbone peuvent se combiner en des molécules de la forme d'un ballon de football, ou du dôme géodésique conçu par Buckminster Fuller. Ces "buckyballs" ou fullerènes fournissent une base flexible pour la conception de nouveaux matériaux. Ils obtiendront le prix Nobel de chimie en 1996.	1985	
Au laboratoire de recherche d'BM à Zurich, le Suisse Karl Alexander Müller et son collègue allemand Johannes Georg Bednorz découvrent des matériaux qui deviennent superconducteur à des températures fortement supérieure au zéro absolu, augmentant de la sorte les utilisations potentielles de la superconductibilité. Ils obtiendront le prix Nobel de physique en 1987.	1986	Catastrophe de la navette spatiale Challenger. Premières mention dans la presse d'un trou dans la couche d'ozone. Passage de la comète de Halley.
Réalisation de la spectroscopie à l'échelle de la femtoseconde.	1987	
	1988	

En chimie	-----	Dans les autres domaines
	1989	<p>Le World-Wide Web est créé. L'ingénieur britannique Tim Berners-Lee et des collègues du CERN, le Centre Européen de Recherche Nucléaire basé à Genève, inventent le protocole de transfert Hypertexte (HTTP). Initialement prévu comme outil pour les physiciens des particules, ce mode de communication est devenu le standard dominant sur le réseau global Internet.</p> <p>Pons et Fleishman effectuent l'électrolyse de l'eau lourde sur du palladium. Ils observent alors un dégagement d'énergie, de l'Hélium ainsi que quelques neutrons. Ils en concluent qu'ils ont réalisé la fusion nucléaire à froid et en font état directement à la presse ! Ces conclusions s'avèrent fausses, l'hélium étant présent sous forme de traces dans l'air, et un niveau minimum de neutron étant également toujours détecté.</p> <p>Ouverture et chute du mur de Berlin, qui conduira à la réunification allemande l'année suivante, et à d'autres changements importants en Europe de l'est.</p>
	1990	<p>Le télescope Hubble, assemblé par la U.S. National Aeronautics and Space Administration (NASA), est placé en orbite, hors des perturbations de l'atmosphère terrestre. Après la correction d'une erreur optique, Hubble examine l'univers avec une haute résolution sur des longueurs d'onde s'étendant de l'infrarouge à l'ultraviolet.</p>
	1991	
	1992	<p>Premier sommet de la terre à Rio, sur le développement durable.</p>

En chimie		Dans les autres domaines
	1993	<p>Le réseau GPS (global Positioning System) est achevé par le lancement par l'U.S. Air Force du dernier des 24 satellites Navstar transportant des horloges atomiques. Ce projet entamé 20 ans auparavant permet à des utilisateurs en un point quelconque de la terre de déterminer précisément leur position et contribue grandement à la recherche géophysique.</p> <p>En travaillant à des températures plus élevées qu'au sein du soleil, le réacteur Tokamak de l'université de Princeton génère des mégawatts durant une seconde par la fusion thermonucléaire contrôlée d'isotopes de l'hydrogène. Quoique utilisant plus d'énergie qu'il n'en délivre, cela constitue une étape importante pour la création d'un réacteur nucléaire générant de l'énergie à partir de la fusion d'atomes.</p> <p>Le mathématicien anglais Andrew Wiles présente une démonstration du grand théorème de Fermat.</p>
	1994	<p>Le projet de séquençage complet du génome humain, entrepris en 1990 pour une durée initialement prévue de 15 ans, s'accélère grâce à l'introduction de nouvelles méthodes, utilisant les lasers, la photolithographie et la détection de molécules individuelles.</p> <p>Conférence au Caire sur la démographie.</p>
<p>En 1924-25, le physicien indien Satyendra Nath Bose et Albert Einstein prédisaient que des atomes extrêmement froid devaient se condenser en un état quantique unique. Une équipe de l'Université du Colorado, sous la direction des physiciens américains Eric Cornell et Carl Wieman piègent un essaim de 2000 atomes métalliques (Rubidium) refroidis à moins d'un millionième de degré du zéro absolu, réalisant de la sorte la condensation de Bose-Einstein. Un peu plus tard, une équipe du Massachusetts Institute of Technology, dirigée par le physicien allemand Wolfgang Ketterle parvient à condenser des atomes de l'isotope 23 du sodium. Cornell, Wiemann et Ketterle se verront décerner le prix Nobel de physique 2001.</p>	1995	<p>La protéine complexe Cytochrome c oxidase est un élément central dans les métabolismes de transfert d'énergie au sein des cellules vivantes. Deux groupes de recherche la cristallisent et déterminent sa structure moléculaire par diffraction RX, contribuant à la compréhension du processus de la vie.</p>
	1996	<p>Premier clonage d'un animal, conduisant à la naissance de la brebis Dolly.</p>
	1997	<p>Kyoto : conférence sur l'effet de serre.</p>

En chimie	-----	Dans les autres domaines
	1998	Thomas C. Hales démontre la conjecture de Képler sur l'empilement des sphères, le 18ème problème proposé par Hilbert en 1900.
	1999	Breitling Orbiter 3 est le premier ballon à faire le tour du monde.
	2000	
	2001	Publication de la carte du génome humain.
	2002	
	2003	

Bibliographie, références



Les sites internet (- liens perdus à reconstituer, liste à colationner) suivants comprennent de nombreux éléments ayant servi à l'élaboration de la ligne du temps, ou en constituent un prolongement :

Sciences et chimie :

- Classic Chemistry compiled by Carmen Giunta
- Chemistry: A History
- Les Grands chimistes
- Les amis de Lavoisier
- Un site perso d'histoire de la chimie (à partir d'un cours de l'Université de Paris Sud-Orsay)
- Named Concepts and Ideas in Chemistry and Physics
- Internet History of Science Sourcebook
- Cours d'histoire des sciences par David Sénéchal, Université de Sherbrooke
- Chemical Achievers
- Histoire des sciences - Les Signets de la BnF
- Bibliothèque Science et Société de Jussieu
- Quelques grands chimistes
- Biographies de grands chimistes
- History of Chemistry - 1992 Woodrow Wilson Summer Institute in Chemistry
- Chemical Heritage Foundation
- Infoscience, liste des biographies
- History of Science Society online directory
- Association @lyon : Histoire des sciences...
- Chimie du temps qui passe
- ELEMENTS ET ATOMES - Petite histoire d'un modèle d'après ses textes fondateurs
- Histoire de l'école Nationale Supérieure de Chimie de Mulhouse (la plus ancienne école de chimie française)

Histoire et sites plus généraux :

- Xrefer
- Les Forums de l'Histoire
- La bibliothèque numérique gallica

- Index dmoz.org

Sites présentant des images :

- A Picture Gallery of Famous Physicists
- ChemTeam Photo Gallery

Plusieurs ouvrages ont été consultés, parmi lesquels :

- Eléments d'histoire des sciences, sous la direction de Michel Serres, Bordas cultures, Paris 1989.
- Handbook of chemistry and physics, CRC Press
- The physical Review, the first hundred years, edited by H. Henry Stroke, AIP Press 1995
- Histoire de la chimie, Bernadette Bensaude-Vincent, Isabelle Stengers, Ed. La Découverte Paris 1995
- Une histoire de la physique et de la chimie, de Thalès à Einstein, Jean Rosmorduc, Ed. du Seuil 1985.
- Darwin et les grandes énigmes de la vie, Stephen Jay Gould, Ed. du Seuil 1979.
- La recherche en histoire des sciences, articles choisis par Michel Biezunski, Ed. du Seuil 1983.
- L'étrange histoire des quanta, Banesh Hoffmann et Michel Paty, Ed. du Seuil 1981.
- Histoire de la chimie, G. Lockemann, Dunod 1962.
- A history of chemistry, J.R. Partington, MacMillan 1964.
- Une histoire des techniques, Bruno Jacomy, Ed. du Seuil 1990.
- Une histoire de la géologie, Gabriel Gohau, Ed. du Seuil 1990.
- Les objets fragiles, Pierre-Gilles de Gennes, Jacques Badoz, Plon 1994.
- Chronologie d'histoire des sciences, Larousse-Bordas, 1997.
- Histoire de la chimie, Fred Aftalion, Masson, 1988.
- De l'alchimie à la chimie, Ellipses, 2000.
- Chimie et chimistes de Belgique, Brigitte Van Tiggelen, Ed. Labor, 2004.
- Les travailleurs du fer, Jean-Yves Andrieux, découvertes Gallimard, 1991.
- Alchimie, le grand secret, Andréa Aromatico, découvertes Gallimard, 1996.

Quelques revues (souvent dans des éditions spéciales) publant des articles consacrés à l'histoire des sciences ou de scientifiques ont été également consultées, parmi lesquelles :

- Pour la Science
- Scientific American
- La recherche
- Science et vie (et Les cahiers de science et vie)
- APS News
- HYLE: International Journal for Philosophy of Chemistry

Et évidemment, de nombreux dictionnaires et encyclopédies ont été utilisés.

Autres lignes du temps

- Chemsoc timeline
- A Century of Physics Timeline
- Atomic Structure Timeline
- A Timeline of Symmetry in Physics, Chemistry, and Mathematics
- Science timeline
- Chronologie de l'histoire contemporaine (après Yalta)
- Timelinescience - one thousand years of scientific thought

- WhoWhatWhen - Interactive Historical Timelines

Index



(à compléter)

From:

<https://dvillers.umons.ac.be/wiki/> - Didier Villers, UMONS - wiki



Permanent link:

<https://dvillers.umons.ac.be/wiki/teaching:timeline-chimie?rev=1524642247>

Last update: **2018/04/25 09:44**