

# Ligne du Temps de la Chimie

- [Twitter](#)
- [Facebook](#)
- [Google+](#)
- [LinkedIn](#)
- [Email](#)

## 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
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.

<b>En chimie</b>	-----	<b>Dans les autres domaines</b>
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

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

<b>En chimie</b>	-----	<b>Dans les autres domaines</b>
<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>

<b>En chimie</b>	-----	<b>Dans les autres domaines</b>
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

<b>En chimie</b>	-----	<b>Dans les autres domaines</b>
	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

<b>En chimie</b>		<b>Dans les autres domaines</b>
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.

<b>En chimie</b>	-----	<b>Dans les autres domaines</b>
<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.</p> <p>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 <math>n</math> est supérieur à 2, il n'existe pas d'entiers <math>x</math>, <math>y</math> et <math>z</math> non nuls pour lesquels : <math>x^n + y^n = z^n</math>. 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	

<b>En chimie</b>	-----	<b>Dans les autres domaines</b>
	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.

<b>En chimie</b>	-----	<b>Dans les autres domaines</b>
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

<b>En chimie</b>	-----	<b>Dans les autres domaines</b>
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.

<b>En chimie</b>	-----	<b>Dans les autres domaines</b>
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	

<b>En chimie</b>		<b>Dans les autres domaines</b>
	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	

<b>En chimie</b>	-----	<b>Dans les autres domaines</b>
<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	

<b>En chimie</b>		<b>Dans les autres domaines</b>
	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,...**

<b>En chimie</b>		<b>Dans les autres domaines</b>
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	

<b>En chimie</b>	-----	<b>Dans les autres domaines</b>
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 <sub>2</sub> N <sub>2</sub> , 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

<b>En chimie</b>	-----	<b>Dans les autres domaines</b>
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	

<b>En chimie</b>	<b>Dans les autres domaines</b>
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

<b>En chimie</b>	-----	<b>Dans les autres domaines</b>
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.

<b>En chimie</b>	-----	<b>Dans les autres domaines</b>
<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.

<b>En chimie</b>	<b>Dans les autres domaines</b>
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.
	1851 Expérience du pendule de Foucault
Bunsen découvre le magnésium James Joule et Lord Kelvin démontrent qu'un gaz se détendant rapidement se refroidit.	1852
Gerhardt écrit un "traité de chimie organique"	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 = <math>10^{-10}</math> 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	

<b>En chimie</b>	-----	<b>Dans les autres domaines</b>
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 AlCl<sub>3</sub>.</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>

<b>En chimie</b>	-----	<b>Dans les autres domaines</b>
	1881	Pasteur crée un vaccin contre le charbon des moutons Michelson obtient des résultats négatifs sur l'éther
<p>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.</p> <p>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.</p>	1882	Koch reconnaît le bacille de la tuberculose.
<p>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".</p>	1883	Tesla étudie le courant alternatif
<p>Van't Hoff étudie les équilibres chimiques, tout comme Henri Louis Le Châtelier (1850-1936).</p>	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.
<p>Johann Balmer trouve une expression mathématique pour rendre compte des raies spectroscopiques observées pour l'hydrogène.</p>	1885	
<p>L'aluminium est préparé par électrolyse aux Etats-Unis, par Charles Martin Hall, et par Paul Héoult, en France.</p> <p>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.</p>	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 (<math>H^+</math>) en solution aqueuse, tandis que les bases libèrent des ions hydroxyde (<math>OH^-</math>) (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 (<math>e=mc^2</math>).</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 <math>h</math>, 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>

<b>En chimie</b>	-----	<b>Dans les autres domaines</b>
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 CO<sub>2</sub>.</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>

<b>En chimie</b>	-----	<b>Dans les autres domaines</b>
<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'oestrogène. 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发现 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 développe 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>

<b>En chimie</b>	-----	<b>Dans les autres domaines</b>
<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	

<b>En chimie</b>	-----	<b>Dans les autres domaines</b>
<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>

<b>En chimie</b>	-----	<b>Dans les autres domaines</b>
<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>

<b>En chimie</b>	-----	<b>Dans les autres domaines</b>
<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>

<b>En chimie</b>	-----	<b>Dans les autres domaines</b>
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 <sub>6</sub> .	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.

<b>En chimie</b>	-----	<b>Dans les autres domaines</b>
	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.

<b>En chimie</b>	-----	<b>Dans les autres domaines</b>
<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	

<b>En chimie</b>	-----	<b>Dans les autres domaines</b>
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

<b>En chimie</b>	-----	<b>Dans les autres domaines</b>
	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	

<b>En chimie</b>	-----	<b>Dans les autres domaines</b>
	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>

<b>En chimie</b>	-----	<b>Dans les autres domaines</b>
	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
- Découverte des atomes :
  - ===== À ajouter ===== \* In 1911, Nature printed a talk given by Sir J. J. Thomson at the Royal Institution on "positive rays". The talk, titled "A New Method of Chemical Analysis", was a very early description of mass spectrometry. → [[<https://www.nature.com/articles/086466a0.pdf>]]
- ...

## Index

	A
Abel, Frederick	1889
Abelson	1940
Acétylène	1855
Acide	1744
Acide acetyl salicylique	1897
Acide carbonique	1764
Acide cyanhydrique	1815
Acide formique	1855
Acide muriatique	1810
Acide nitrique	~ 1500, 1900
Acide nucléique	1871, 1891, 1909, 1923
Acide racémique	1844
Acide stéarique	1823
Acide sulfurique	1771
Acide tartrique	1844
Acide urique	1776
Acides	~ 1200, 1697, 1777, 1810, 1887, 1923
Acides aminés	1882
Acides nucléiques	1889
Acidité	1909
Acier	~ -2500, 1722
Acylation	1877
Ader, Clément	1890
ADN	1938, 1944, 1948, 1952, 1953, 1955, 1973
Aéroplane	1903
Affinité	1708
AGRICOLA	1556
Aimantation	1894
Aimants	1820
Air	1777
Air de vitriol	1771
Air fixe	1754
Al-Battani	800
Al-Karagi	~ 1000
Al-Quarashi	1284

	<b>A</b>	
Alamogordo	1945	
Alcènes	1953	
Alcools	1875, 1900	
Aldéhydes	1875, 1900	
Alder, Kurt	1928	
Alkylation	1877	
Allende, Salvador	1973	
Allumette	1680, 1827	
Alpher, Ralph	1948	
Altman	1889	
Aluminium	1825, 1886	
Amides	1858	
Amines	1858	
Ammoniac	1913	
Ammoniaque	1900	
Amontons, Guillaume	1702	
Amontons, Guillaume	1760	
Ampère	1820, 1827	
Ampère, André-Marie	1811	
Analyse rétrosynthétique	1967	
Anderson, Carl D.	1937	
Anderson, Carl David	1932	
Androstérone	1929	
Anémie	1949	
Angström, Anders Jonas	1862	
Anhydrides	1840	
Aniline	1858	
Antibiotiques	1949	
Antiparticules	1928	
Arago	1806, 1811	
Arago, François	1806	
Arc-en-ciel	1637	
Archimète	~ -300	
Argile	~ -400 000	
Argon	1894	
Aristote	~ -500	
Armstrong, Neil	1969	
ARN	1955	
Arrhenius	1923	
Arrhenius, Svante August	1887	
Arsenic	700	
Asphalte	~ -10 000	
Aspirine	1897	
Astbury, William Thomas	1930, 1938	
Aston, Francis William	1919	

	<b>A</b>
Astrolabe	~ -150
Atome	1860, 1915
Atomes	~ -500
Auger, Pierre	1925
Avicenne	~ 1000
Avion	1890
Avogadro	1811, 1858
	<b>B</b>
Bacon, Francis	~ 1600
Bacon, Roger	~ 1250
Bækeland, Léo	1909
Bakélite	1909
Balmer, Johann	1885
Baltimore, David	1970
Banting	1922
Bardeen, John	1947, 1957
Barnard, Christian	1967
Baromètre	1643
Bartlett, Neil	1962
Barton, Derek Harold	1950
Baryum	1807
Base	1744
Bases	~ 1200, 1887, 1923
Basov, Nikolai Gennadiyevich	1952
Bateau	1890
Bathyscaphe	1960
Batterie rechargeable	1860
BêCHER, Johann Joachim	1697
Beckman, Arnold	1935
Becquerel	1898
Becquerel, Antoine	1819
Bednorz, Johannes Georg	1986
Beeckman	1613
Beer, August	1760
Beguin	1610
Beijerinck, Martinus	1898
Bell, Alexander Graham	1876
Benzène	1825, 1855, 1865
Berg, Paul	1973
Bergius, Friedrich Karl Rudolph	1913
Bernard, Jean	1958
Berners-Lee, Tim	1989
Bernouilli, Daniel	1738, 1785
Berthelot	1855

	<b>A</b>	
Berthelot, Marcelin	1860	
Berthollet, Claude Louis	1777	
Bertrand, Gabriel	1903	
Béryllium	1932	
Berzelius, Jöns Jakob	1835	
Bessel	1825, 1840	
Best	1922	
Bethe, Hans	1929, 1938	
Büchner, Edouard	1897	
Big Bang	1927, 1948	
Binnig, V	1981	
Biot	1806, 1811, 1820, 1835	
Biot, Jean-Baptiste	1804, 1813	
Birkhof, George David	1931	
Black, Joseph	1761, 1754	
Blacket, P.M.	1924	
Bleu de méthylène	1876	
Bloch, Felix	1946	
Bohr, Niels	1913	
Boltwood, Bertram	1907	
Boltzmann, Ludwig	1884, 1877	
Bombe atomique	1942, 1945	
Bombes H	1952	
Bordas, Georges	1906	
Bore	1807, 1808	
Borel, Emile	1913	
Bosch, Karl	1913	
Bose, Satyendra	1924	
Bose, Satyendra Nath	1995	
Bougies	~ -3000	
Boussole	~ 1150	
Boyle	1667	
Boyle, Robert	1662, 1680	
Bragg	1912	
Brandenbuger, J.E.	1900	
Brattain, Walter	1947	
Bravais, Auguste	1849	
Brearley, Harry	1913	
Breitling Orbiter	1999	
Bridgman,	1919	
Bronsted, Johannes N.	1923	
Bronze	~ -3000	
Brown, Robert	1827	
Buffon	1749	
Bunsen	1852	

	<b>A</b>	
Bunsen, Robert		1860
Butenandt, Adolf		1929
	<b>C</b>	
Calcium		1807
Calcul des variations		1763
Calculatrices		1972
Calorique		1761, 1850
Calvin, Melvin		1955
Cannizzaro, Stanislao		1858
Caoutchouc		1839
Capacité calorifique		1761
Capillarité		1490
Carbocations		1960
Carbonate de calcium		1764
Carbonate de sodium		~ -3500, 1790
Carbone		1807, 1985
Carbone 14		1946
Carbone asymétrique		1874
Carlson, Chester		1935
Carnot, L.		1782
Carnot, Nicolas Léonard Sadi		1824
Carnot, Sadi		1834
Caro, Heinrich		1876
Carothers		1936
Carothers, Wallace Hume		1931
Carré, Ferdinand		1859
Carson, Rachel		1951
Casarido, Vincenzio		~ 1600
Catalyse		1835, 1900, 1950
Catalyseur		1968
Catalyseurs		1951
Cavendish		1771, 1783, 1785, 1798
Cavendish, Henry		1765
CCD		1975
Cellophane		1900
Cellule photovoltaïque		1954
Celluloïd		1870
Celsius, Anders		1741
Cémentation		1722
Centrales nucléaires		1959
Cérium		1789, 1835
CERN		1989
César, Jules		~ 0
Césium		1860

	<b>A</b>
Cétone	1817, 1874
Cétones	1875, 1900, 1953
Chadwick, James	1932
Chaise	1890
Chaleur latente	1761, 1834
Chaleur spécifique	1912
Chambre à ionisation	1911
Champs électromagnétiques	1864
Chandrasekhar, Subrahmanyan	1932
Changement d'état	1761
Chaos déterministe	1963
Chapman, Sydney	1916
Charbon de bois	~ -10 000
Chargaff, Erwin	1948
Charge électrique	1771
Charges électriques	1785
Charles	1784
Chaux	~ -10 000
Chaux vive	1764
Chevreul, Eugène	1823
Chimiothérapie	1876
Chiralité	1883
Chlore	1777, 1810, 1919
Chlorophylle	1960
Chlorure d'argent	1839
Chlorure de sodium	~ -3500
Cholestérol	1928, 1951
Chromatographe en phase gazeuse	1947
Chromatographie	1906
Chrome	1789
Chromosomes	1875, 1900, 1918
Chymotrypsine	1930
Cinétique	1900
Circuit intégré	1958
Cire	~ -20 000
Claisen, L.	1870
Clapeyron, émile	1834
Classification périodique	1869, 1870, 1897, 1913
Clausius, Rudolf Emmanuel	1850
Clonage	1973, 1996
Code génétique	1961
Cohen, Stanley	1973
Coll	1930
Colorants	1874
Combustion	1667, 1771

	<b>A</b>	
Comète	1066	
Comète de Halley	1986	
Complexes organométalliques	1956	
Compton, Arthur Holly	1923	
Condensation de Bose-Einstein	1995	
Conrad, Max	1880	
Conservation	1842	
Cooley, James	1965	
Cooper, Leon	1957	
COPERNIC, Nicolas	~ 1510	
Cordite	1889	
Corey, Elias James	1967	
Coriolis	1832	
Cormack, Allan	1972	
Cornell, Eric	1995	
Corning	1915	
Cortisone	1938, 1951	
Cosinus	800	
Coster, Dirk	1923	
Coulomb	1785	
Coulomb, Charles Augustin de	1773	
Coulson, Alan	1977	
Courant	1820	
Courant alternatif	1883	
Cousteau, Jacques-Yves	1860	
Craft, James Mason	1877	
Cram, Donald James	1963	
Crick, Francis Harry Compton	1953	
Cristaux	1669, 1780	
Crookes	1880	
Crookes, William	1861	
Crutzen, Paul	1970	
Cryptandes	1968	
Cuivre	~ -4000, ~ -3000, ~ -1000, 1973	
Cullen, William	1756	
Curie, Marie et Pierre	1898	
Curie, Pierre	1880, 1894	
Curl, Robert	1985	
Cyanogène	1815	
Cycloaddition	1928	
Cyclohexane	1890, 1930	
Cyclosporine	1967, 1969, 1979	
Cyclotron	1932	
	<b>D</b>	

	<b>A</b>	
D'Anconna, U.	1935	
D'Arsonval, Arsène	1906	
Dalton, John	1801, 1808	
Daniell	1836	
Darwin	1859	
Darwin, Charles R.	1858	
Dausset, Jean	1958	
Davy	1807, 1810, 1815	
DDT	1940	
De Broglie, Louis	1923	
De Gennes, Pierre-Gilles	1979	
De Heves, Georg Hevesy	1923	
Debye	1912	
Debye, Pieter	1923	
Dehmelt, Hans Georg	1973	
Deisenhofer, Johann	1981	
Démagnétisation adiabatique	1927	
Démocrite	~ -500	
Denayrouze, A	1860	
Dérive des continents	1912, 1967	
Descartes, René	1637	
Désintégration radioactive	1907	
Désoxyribose	1929	
Despretz, César	1860	
Détecteur	1909	
Deutérium	1931	
Développement durable	1992	
Dewar	1898	
Dewar, James	1889	
Diamant	1807	
Diamants	1919	
Diels, Otto	1928	
Diffraction	1816	
Diffraction RX	1949	
Dioxyde de carbone	1597, 1754	
Dirac, Paul	1928	
Disque compact	1982	
Don Walh	1960	
Doppler	1929	
Drebbel, Cornelis	1620	
Du Pont de Nemours, éléuthère Irénée	1804	
Du Vigneaud, Vincent	1953	
Dulong, Pierre Louis	1819	
Dumas	1836	
Dunning, John	1942	

	<b>A</b>	
Dynamite		1867
Dynamo		1831, 1871
	<b>E</b>	
Eau		1783
Eau oxygénée		1818
Ecologie		1866, 1951
Edison, Thomas		1879
Effet photoélectrique		1905, 1916
Effet tunnel		1958
Ehrlich, Paul		1876, 1910
Eigen, Manfred		1947, 1953
Einstein, Albert		1905, 1912, 1915, 1924, 1995, 1916, 1922
El Niño		1982
Electrodynamique		1820
Electrodynamique quantique		1948
Electrolyse		1800, 1807, 1834, 1871, 1886
Electrolytes		1906
Electromagnétisme		1819, 1820
Electron		1858
Electrons		1895, 1897
Eléments		~ -500, 1808
Emaux		~ 1500
Emission thermoïonique		1904
Empédocle		~ -500
Energie libre		1876
ENIAC		1946
Enskog, David		1916
Entropie		1946
Enzyme		1833, 1878, 1902, 1926
Enzymes		1882, 1930, 1955, 1970
Equilibre chimique		1855, 1867
Equilibres chimiques		1884, 1887, 1900, 1906
Equilibres de phase		1876
Erathostène		~ -200
Erbium		1839
Esaki, Leo		1958
Ester		1817
Estérification		1855
Esters		1875
Etain		1630, ~ -3000
Ether		1864, 1881
Ethérification		1831
Ethers		~ 1500
Ethers-couronnes		1963

	<b>A</b>	
Etoile à neutron	1932	
Euclide	~ -400	
Euler	1763	
Evolution	1858	
Ewen, Harold	1951	
Expansion océanique	1962	
	<b>F</b>	
Fahrenheit	1714	
Faïence	~ 1500	
Faraday, Michaël	1823, 1825, 1831	
Faraday, Michæl	1821, 1834	
Fécondation	1875	
Fedorov, E.S.	1890	
Fer	~ -2500, 1722	
Fermat, Pierre de	1637, 1657	
Fermentation	1831, 1838, 1878, 1897	
Fermentation alcoolique	1815	
Fermi, Enrico	1926, 1942, 1932	
Fermions	1924, 1926	
Ferrocène	1951, 1952	
Ferromagnétique	1894	
Ferromagnétisme	1925	
Feynman, Richard	1948	
Fischer, Ernst Otto	1952, 1956	
Fischer, Hermann Emil	1874, 1882	
Fiseau	1849	
Fission nucléaire	1938	
Fleming, Alexander	1928	
Flemming, W.	1875	
Fluor	1886	
Fluorescéine	1874	
Folliculine	1929	
Fonte	1722	
Forces nucléaires	1935	
Foucault	1849, 1851	
Fourier	1811, 1822	
Fractales	1975	
Franklin, Benjamin	1785	
Franklin, Rosalind	1952, 1953	
Fresnel	1813, 1816, 1822	
Friedel, Charles	1877	
Friedman, Jerome	1968	
Friedmann, Aleksander	1922	
Frisch, Otto	1938	

	<b>A</b>
Fuchsine	1858
Fuller, Buckminster	1985
Fullerènes	1985
Fusée	1926
Fusées	~ 1150
Fusion nucléaire	1938
Fusion nucléaire à froid	1989
Fusion thermonucléaire	1993
	<b>G</b>
Gagarine, Youri	1961
Galilée	1630
Galillée	1633
Galvani	1791
Gamow, George	1948
Gauss	1826, 1831
Gay-Lussac	1804, 1808
Gay-Lussac, Louis Joseph	1802, 1815
Gaz	1597, 1772
Gaz nobles	1962
Gaz sylvestre	1597
Geber	700
Geiger, H.	1911
Geiger, Hans	1909
Gell-Mann, Murray	1964
Gène	1957
Gènes	1918
Génome humain	1994
Geoffroy, Etienne François	1708
Gerhardt	1840, 1850, 1853
Giauque, William Francis	1927
Gibbs	1902
Gibbs, Josiah Willard	1876
Gilbert, Walter	1977
Glande thyroïde	1934
Glashow, Sheldon	1967
Glauber, Johann Rudolph	1658
Gluons	1968
Gmelin, Leopold	1817
Goddard, Robert	1926
Gödel	1931
Goeppert Mayer, Maria	1948
Goodyear, Charles	1839
Gorrie	1850
Goudsmit, Samuel	1925

	<b>A</b>	
GPS	1993	
Graham, Thomas	1833, 1846	
Gramme, Zénobe	1871	
Gravitation universelle	1687, 1798	
Gravité	1915	
Gray, Tom	1974	
Green, Michæl	1971	
Grégoire XIII	1582	
Griffith	1923	
Grignard, Victor	1900	
Grothus	1805	
Groupes sanguins	1902, 1907	
Groves, Leslie	1942	
Guldberg, Cato	1867	
Gutenberg, Johannes	1454	
	<b>H</b>	
Haber, Fritz	1913	
Hæckel, Ernst	1866	
Hafnium	1923	
Hahn, Otto	1938	
Haüy, René-Just	1780	
Haldane	1930	
Hales, Thomas C.	1998	
Hall, Charles Martin	1886	
Hall, Edwin Herbert	1980	
Hall, James	1795	
Halley	1066, 1705	
Halley, Edmund	1686	
Hamarsten	1938	
Hamilton, William Rowan	1834	
Harriot, Thomas	1591	
Hartmann, Johannes	1609	
Hassel, Odd	1930	
Hauksbee, Francis	1718	
Haworth	1934	
Heisenberg	1927	
Hélice	1953	
Hélium	1868, 1921, 1938, 1972, 1908	
Helmholtz	1854	
Hémoglobine	1953	
Henlein, Peter	~ 1500	
Henri	1896	
Henry, Joseph	1831	
Henry, William	1803	

	<b>A</b>
Héoult, Paul	1886
Héraclite	~ -500
Herman, Robert	1948
Héron d'Alexandrie	~ -100, 1630
Herophilus	~ -300
Herschbach, Dudley R.	1968
Herschell	1780
Hertwig, O.	1875
Hertz	1886
Hess, Harry	1962
Hess, Victor	1912
Hessel, J.F.C.	1830
Hévéa	1839
Hückel, Erich	1923
Hilbert	1900, 1998
Hippocrate	~ -150
Hiroshima	1945
Histones	1891
Hittorf	1869
Hodgkin, Alan Lloyd	1952
Hodgkin, Dorothy Crowfoot	1949
Hoff, M. Edward	1971
Hoffmann, Félix	1897
Hoffmann, Roald	1964
Holmes, Arthur	1930
Homère	~ -700
Hooke	1660, 1665
Hooke, Robert	1662
Horloge	1656
Hounsfield, Godfrey	1972
Hubble, Edwin	1923, 1929
Huber, Robert	1981
Hutton, James	1795
Huxley, Andrew Fielding	1952
Huygens, Christian	1656
Hydrocarbures	1900
Hydrogène	1765, 1810, 1862, 1885, 1898, 1913
	<b>I</b>
Ibn-Hayyn, Jabir	700
Imes, Elmer Samuel	1919
Indigo	1876
Insecticides	1940
Insuline	1922, 1955
Iode	1934

	<b>A</b>	
Ions		1805
Ising, Ernst		1925
Isotope		1934
	<b>J</b>	
Janssen, Pierre-Jules-César		1868
Janssen, Zacharias		1595
Javel		1777
Jean		1895
Jensen, Hans		1948
Johanson, Donald		1974
Joliot-Curie, Frédéric		1934
Joliot-Curie, Irène		1934
Josephson, Brian		1962
Joule, James		1843, 1852
Jurin, James		1718
	<b>K</b>	
Kapitsa, Pyotr		1938
Karlsruhe (congrès de)		1860
Kekulé von Stradonitz, Friedrich August		1858, 1865
Kelvin (Lord)		1848, 1852, 1874
Kendall, E.D.		1938
Kendall, Henry		1968
Kendrew, John		1953
Kepler		1609, 1611
Keppler		1900, 1998
Kératine		1930
Ketterle, Wolfgang		1995
Khorana		1957, 1961
Kilburn, Tom		1948
Kilby, Jack		1958
Kirchhoff		1847
Kirchoff, Gustav		1860
Kirk, H.C.		1862
Klaproth, Martin Heinrich		1789
Knoll, Max		1933
Knowles, William		1968
Koch		1882
Koch, Robert		1876
Kolonyak, Nick		1962
Kornberg, Arthur		1955
Kossel, Albrecht		1891
Krebs, Hans		1932
Kroto, Harold		1985

	<b>A</b>	
Krypton	1898	
Kuhne	1878	
Kyoto	1997	
	<b>L</b>	
La Tour, Charles Cagniard de	1838	
Lagrange	1763	
Laiton	~ -1000	
Lambert, J.H.	1760	
Lampe	1815	
Lampe à incandescence	1879	
Landau	1941	
Langevin	1915	
Langevin, Paul	1917, 1905	
Langmuir	1921	
Langmuir, Irving	1916	
Lansteiner	1940	
Lansteiner, Karl	1902	
Lanthane	1839	
Laplace	1820	
Laplace, Pierre-Simon de	1805	
Larmor, Joseph	1897	
Laser	1960	
Latex	1839	
Lavoisier	1761	
Lavoisier, Antoine Laurent de	1777	
Lawrence, Ernest O.	1932	
Le Bel, Joseph	1874	
Le Châtelier, Henri Louis	1884	
Leblanc	1790	
Lee, David	1972	
Lee, Yuan	1968	
Leeuwenhoeck	1673	
Lehn, Jean-Marie	1963, 1968	
Lemaître, Georges	1927	
Lennard-Jones, John	1924	
Levene	1909, 1938	
Levene, Phoebus	1929	
Levure	1860, 1897, 1909	
Lewis, Gilbert N.	1923	
Lewis, Gilbert Newton	1916	
Liaison chimique	1931	
Liaisons chimiques	1916	
Libavius, Andreas	1597	
Libby, Willard Frank	1946	

	<b>A</b>	
Liebig	1838	
Liebig, Justus	1831	
Lindbergh, Charles	1927	
Linde, Carl V.	1876	
Lippershey, Hans	1608	
Livingston, M. Stanley	1932	
Lockyer, Norman	1868	
London, Fritz	1930	
Lord ?????	1883	
Lorenz, Edward	1963	
Los Alamos	1943	
Lowry, Thomas M.	1923	
Lucrèce	~ -100	
Lundstrom, Johan Edvard	1827	
Luria, Salvador Edward	1942	
Lyophilisation	1906	
	<b>M</b>	
Machine à froid	1859, 1862, 1876	
Machine à vapeur	1705, 1876	
Machines	1824	
Macromolécules	1920	
Magdeburg	1655	
Magenta	1858	
Magnétisme	1906	
Magnétisme terrestre	1804	
Magnétophone	1936	
Maiman, Théodore	1960	
Mairan, Jean-Jacques d'Ortous de	1749	
Malus	1808	
Mandelbrot, Benoit B.	1975	
Manganèse	1771	
Marconi, Guglielmo	1901	
Marcus, Rudolph Arthur	1952	
Mariotte, Edme	1662, 1679	
Maser	1952	
Masses atomiques	1808	
Maxam, Allan	1977	
Maxwell	1877	
Maxwell, James Clerk	1864	
McKenzie, Dan	1967	
McMillan	1945	
McMillan, Edwin Mattison	1940	
Médicis, Ferdinand II de	1654	
Meitner, Lise	1938	

	<b>A</b>
Mendel	1865
Mendeleev, Dimitri	1869
Menten	1909
Mercure	700, 1643, 1741, 1954
Mersenne	1635
Mésons	1935
Métal	1744
Métallocènes	1952
Méthane	1855
Meucci, Antonio	1876
Meyer, Johann Friedrich	1764
Meyer, Julius Lothar	1870
Michælis	1909
Michel, Hartmut	1981
Michelson	1881
Micro-ondes	1952
Microprocesseurs	1971
Microscope	1595, 1665
Microscope à effet tunnel	1981
Microscope électronique	1933, 1942
Miescher, Johann Friedrich	1871
Müller, Karl Alexander	1986
Miller, Stanley L.	1953
Müller, Walther	1909
Millikan, Robert	1916
Minamata	1954
Mitcherlich, Eilhard	1844
Modèle nucléaire de l'atome	1911
Moissan, Henri	1886
Molina, Mario	1970
Mont Palomar	1948
Morgan, W. Jason	1967
Morse, Samuel	1843
Mosander, Carl Gustav	1839
Moseley	1913
Mössbauer, Rudolf Ludwig	1955
Moteur à combustion interne	1876
Moteur électrique	1821, 1831
Mouvement brownien	1827, 1876, 1905
Mulliken, Robert Sanderson	1932
Muon	1937
Mur de Berlin	1989
	<b>N</b>
Nagasaki	1945

	<b>A</b>	
Naine blanche	1932	
Napier, John	1614	
Narcotiques	~ 1500	
Nathans, Daniel	1970	
Natron	~ -3500	
Natta, Giulio	1950	
Navette spatiale	1981	
Neddermeyer, Seth	1937	
Neige	1591	
Néon	1897, 1898	
Néoprène	1931	
Neptunium	1940	
Nernst, Walther	1906	
Neurones	1904, 1952	
Neutrino	1931, 1956	
Neutrinos	1967	
Neutron	1918, 1932	
Newcomen, Thomas	1705	
Newton, Isaac	1687, 1704, 1718	
Niépce, Nicéphore	1827	
Nirenberg	1961	
Nitrate de sodium	1620	
Nitrate de soude	1973	
Nitroglycérine	1846, 1867, 1889	
Nobel, Alfred Bernhard	1867	
Northrop	1930	
Noyau cellulaire	1875	
Noyce, Robert	1958	
Noyori, Ryoji	1968	
Nucléine	1871	
Nuttall, J.M.	1911	
Nylon	1936	
	<b>O</b>	
Ochoa	1961	
Ochoa, Severo	1955	
Ocytocine	1953	
Oersted	1825	
Oersted, Hans Christian	1819	
Ohm, Georg Simon	1827	
Olah, George	1960	
Oligo-éléments	1903	
Ondes électromagnétiques	1886	
Ondes radio	1901	
Onnes, Heike Kamerlingh	1911	

	<b>A</b>
Onnes, Kamerlingh	1908
Onsager, Lars	1944
Oppenheimer, Robert	1943
Or	~ -10 000, ~ -2750
Orcine-phthaléine	1874
Ordinateur	1937, 1946, 1948
Organomagnésiens	1900
Osheroff, Douglas	1972
Ostwald	1887, 1900
Otto, Nikolaus	1876
Oughtred, William	1622
Oxyde	1744
Oxyde mercurique	1774
Oxygène	1620, 1774
Ozone	1970, 1979, 1986
	<b>P</b>
Palissy, Bernard	~ 1500
Pangée	1912
Papier	105
Papin, Denis	1681, 1690
Paracelse	~ 1500
Paramagnétiques	1905
Paré, Ambroise	1561
Parker, Robert	1967
Pasteur	1857, 1878, 1881
Pauli,	1924, 1973
Pauli, W.	1931
Pauling, Linus	1930, 1931
Pauling, Linus Carl	1938, 1953
Pauson, L.	1951
Payen, Anselme	1833
Pedersen, Charles	1963
Peltier, J.A.	1834
Pénicilline	1928, 1949
Penrose, Roger	1977
Pepsine	1836, 1930
Persoz, Jean-François	1833
Perutz, Max	1953
Pesticides	1951
Petit, Alexis	1819
PH	1909
Phénylhydrazine	1874
Philon de Byzance	~ -300
Phlogistique	1697, 1728, 1754, 1765

	<b>A</b>	
PHmètre	1935	
PHmètres	1928	
Phosphore	1669, 1680	
Photocopie	1935	
Photographie	1839	
Photolyse-éclair	1947	
Photométrie	1760	
Photons	1905	
Photosynthèse	1955, 1981	
Picard, Auguste	1960	
Picard, Jacques	1960	
Piccard, A.	1931	
Piccard, Auguste	1932	
Piézo-électricité	1880	
Piézoélectricité	1819	
Pilule contraceptive	1955	
Pincus, Gregory	1955	
Planck	1884	
Planck, Max	1900, 1916	
Plastique	1870	
Platine	1556	
Plâtre	~ -10 000	
Plücker, Julius	1858	
Plomb	1630, 1860	
Plunkett	1938	
Pluton	1930	
Plutonium	1942	
Pneumonie	1923	
Poincaré, Henri	1902	
Poisson	1838	
Polanyi, J.C.	1968	
Polanyi, John Charles	1958	
Polarisation	1808, 1811	
Polonium	1898	
Polyacide	1833	
Polyamide 6-6	1936	
Polyesters	1938	
Pompe	1662, 1698	
Pompe à vide	1645	
Porcelaine	700	
Porter, George	1947	
Portier, Paul	1902	
Positron	1932	
Potasse	~ 100	
Potassium	1807, 1808	

	<b>A</b>
Poterie	~ -400 000
Pression	1686
Pression osmotique	1887
Pression partielle	1803
Pressions partielles	1801
Priestley	1774
Priestley, Joseph	1772, 1785
Prigogine, Ilya	1946
Processus stochastiques	1827
Progesterone	1929
Projet Manhattan	1942
Prokhorov, Alexander Mikhailovich	1952
Proportions définies	1806
Protactinium	1938
Prottons	1914
Proust	1806
Purcell, Edward M.	1946
Purcell, Edward Mills	1951
Purine	1882
Pyrex	1915
Pythagore	~ -500
	<b>Q</b>
Quarks	1964, 1968
Quartz	1669, 1813, 1880
Quasi-cristaux	1984
Quinine	1944
	<b>R</b>
Rabi, Isidor Isaac	1939
Radar	1937
Radical	1831
Radicaux libres	1947
Radioactivité	1930
Radioimmunoessai	1956
Radium	1898, 1918
Raman, Chandrasekhar Venkata	1928
Ramón y Cajal, Santiago	1904
Ramsay	1876
Ramsay, William	1894, 1897, 1898
Ramsey, Norman Foster	1973
Rayleigh, Lord	1871, 1894
Rayonnement cathodique	1858
Rayons alpha	1918
Rayons cathodiques	1869, 1895, 1897

	<b>A</b>
Rayons cosmiques	1912
Réaction anaphylactique	1902
Réaumur	1730
Réaumur, René Antoine Ferchault de	1722
Réfrigérateur	1913
Réfrigération par absorption	1906
Regnault, Henri Victor	1802
Reichstein, Tadeus	1933
Relativité	1915
Relativité générale	1922
Relativité restreinte	1905, 1928
Renormalisation	1974
Résonance magnétique nucléaire	1939
Respiration	1667
Rey, Jean	1630
Rhésus	1940
Richardson, Owen Willans	1904
Richardson, Robert	1972
Richet, Charles	1902
Richter	1804
Richter, Charles	1935
Richter, J.B.	1792
RMN	1971
Robison	1785
Roentgen, Wilhem Conrad	1895
Rohrer, V	1981
Romé De Lisle, Jean-Baptiste	1772
Romér	1676
Rouelle, Guillaume François	1744
Rouquayrole, B.	1860
Rowland, F. Sherwood	1970
RRKM	1952
Rubbia, Carlo	1983
Rubidium	1860
Ruska, Ernst	1933, 1942
Ruska, Ernst August Friedrich	1981
Rutherford	1911, 1918, 1968
Rutherford, Ernest	1914
Ruzicka, Leopold	1929
	<b>S</b>
Sabatier, Paul	1897
Saccharimètre	1835
Sachse, H.	1890
Salam, Abdus	1967

	<b>A</b>	
Salpêtre	1620	
Sanger, Fred	1977	
Sanger, Frederick	1955	
Santorio	1630	
Saponification	1823	
Sauria	1827	
Savart	1820	
Savery, Thomas	1698	
Savon	~ -300	
Scaphandre autonome	1860	
Scheele	1776, 1777	
Scheele, Carl W.	1771	
Schönflies, A.M.	1890	
Schottky, Walter	1939	
Schrieffler, Robert	1957	
Schrödinger, Erwin	1926	
Schwann, Theodor	1836	
Schwarz, John	1971	
Schwarzschild, Karl	1916	
Schwinger, Julian	1948	
Seaborg, Glenn	1942	
Second principe	1850	
Sélénium	1835, 1861, 1873, 1935	
Sels	~ 1500, 1744	
Semi-conducteur	1947	
Senderens, Jean-Baptiste	1897	
Séquencement des gènes	1977	
Sharpless, Barry	1968	
Shechtman, D.	1984	
Shockley, William	1947	
SIDA	1981	
Silex	~ -3 000 000	
Silicium	1835	
Singer	1938	
Sinus	800	
Smalley, Richard	1985	
Smith, Willoughby	1873	
Snell, Willebrord	1621	
Sobero	1846	
Soddy	1914	
Sodium	1807, 1808	
Solvay	1866	
Sommerfeld	1915	
Sonar	1915, 1958	
Sören	1909	

	<b>A</b>
Sosigène	~ 0
Soude	1777, 1790, 1866
Soufre	700, 1680, 1839
Spallanzani, Lazzaro	1783
Spectre	1860
Spectromètre de masse	1919
Spectroscopie RMN	1945
Spin	1925, 1928
Spoutnik I	1957
STAHL, Georg Ernst	1697
Staudinger, Hermann	1920
Steensen, Niels	1669
Stefan, Josef	1879, 1884
Stéréochimie	1874
Stéréochimique	1876
Stéroïdes	1928, 1929
Stoechiométrie	1792
Strassmann, Fritz	1938
Strontium	1807
Structure planétaire de l'atome	1913
Sulfamides	1930
Sulfate de sodium hydraté	1658
Sulfates	~ 1500
Superacides	1960
Superconducteur	1986
Superconductivité	1957
Superfluide	1972
Supernova	1054
Supersonique	1947
Svedberg, Theodore	1925
Swammerdam, Jan	1673
Synchrotron	1945, 1981
Synthèse malonique	1880
Synthèse prébiotique	1828
Syphilis	1910
	<b>T</b>
Table périodique	1808
Takahashi	1932
Taylor, Richard	1968
Téflon	1938
Téléphone	1876
Télescope	1608, 1990
Télévision	1923
Tellure	1789

	A	
Temin, Howard	1970	
Température	1702, 1714	
Tension électriques	1820	
Terbium	1839	
Terres rares	1807	
Tesla	1883	
Testostérone	1929	
Tétrachlorure de carbone	1858	
Thalès	~ -500, ~ -500	
Thallium	1861, 1880	
Thénard	1818	
Thenard, Louis Jacques	1808	
Theophraste	~ -300	
Théorème d'incomplétude	1931	
Théorie des cordes	1971	
Théorie quantique	1900	
Thermodynamique chimique	1876	
Thermomètre	1654, 1730, 1741	
Thermoscope	~ -300, ~ -100	
Thomson, Joseph John	1897	
Thorium	1835	
Titane	1835	
Todd	1944	
Tokamak	1993	
Tomonaga, Sin-Itiro	1948	
Torricelli	1643	
Townes, Charles H.	1952	
Transformée de Fourier	1965	
Transfusions	1902	
Transistor	1947	
Transistors	1958	
Transmutation	1924	
Transplantation cardiaque	1967	
Travers, Morris	1898	
Tremblements de terre	1935	
Trempe	1722	
Trou noir	1916, 1932	
Trypsine	1930	
Tsvett, Mikhail	1906	
Tube cathodique	1880, 1923	
Tuberculose	1882	
Tukey, John	1965	
Turing, Alan	1937	
Tyndall	1884	

	<b>A</b>	
	<b>U</b>	
Uhlenbeck, George	1925	
Ultra-sons	1958	
Unesco	1946	
Uranium	1789, 1896, 1907, 1938	
Uréase	1926	
Urée	1828	
Urey	1931	
Urye, Harold	1953	
	<b>V</b>	
Vaccin	1881	
Valence	1858	
Van der Waals	1930	
Van der Waals, Johannes	1873	
Van Helmont, Jean-Baptiste	1597	
Van't Hoff	1884, 1887	
Van't Hoff, Jacobus	1874	
Veksler	1945	
Verre	~ -3000, ~ -100	
Verres	~ 100	
Vésale, André	1543	
Vinci, Léonard de	1490	
Virus	1898, 1942	
Vitamine B-12	1972	
Vitamine B12	1949	
Vitamine C	1933, 1934	
Vitesse	1777	
Vitesse de la lumière	1676, 1849	
Vitesse de réaction	1855	
Vitesse du son	1635	
Volta	1800	
Volterra, V.	1935	
Von Bæyer, Adolf	1874, 1876	
Von Eggers Doering, William	1944	
Von Guericke	1655	
Von Guericke, Otto	1645	
Von Hofmann, August Wilhelm	1858	
Von Klitzing, Klaus	1980	
Von Laue, Max	1912	
Von Linné, Carl	1729	
Von Mayer, Julius Robert	1842	
Voyager	1977	
Vulcanisation	1839	

	<b>A</b>	
	<b>W</b>	
Waage, Peter	1867	
Walker	1827	
Wallace, Alfred	1858	
Watson, James Dewey	1953	
Watson, Thomas	1876	
Watson-Watt, Robert	1937	
Watt, James	1761, 1769	
Wegener, Alfred	1912, 1967	
Weinberg, Steven	1967	
Weiss, Pierre	1906	
Wenzel, Carl Friedrich	1777	
Werner, Alfred	1893	
Wheatstone	1843	
Wieman, Carl	1995	
Wien, Wilhelm	1893	
Wigner, Eugène Paul	1933	
Wigner, Eugene Paul	1948	
Wiles, Andrew	1993	
Wilkinson, Geoffrey	1952, 1956	
Williams, F. C.	1948	
Wilson	1900	
Wilson, C.T.R.	1911	
Wilson, Kenneth	1974	
Wittig	1953	
Wöhler, Friedrich	1828	
Woodward, Robert	1944, 1951, 1960, 1964, 1972	
World-Wide Web	1989	
Wreyford Norrish, Ronald George	1947	
Wright, Orville et Wilbur	1903	
	<b>X</b>	
X (rayons)	1895, 1912, 1923	
Xénon	1898	
	<b>Y</b>	
Yallow, Rosalyn Sussman	1956	
Yellowstone	1872	
Young	1802	
Yttrium	1839	
Yukawa, Hideki	1935	
	<b>Z</b>	
Zaitsev, Alexandre M.	1875	
Zeeman	1896	

	A	
Zénon		~ -500
Zéro		550, ~ 1200
Zéro absolu		1802, 1848
Ziegler, Karl Waldemar		1950
Zinc		~ -1000
Zirconium		1789, 1835
Zweig, George		1964
Zworykin		1923

From:

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



Permanent link:

<https://dvillers.umons.ac.be/wiki/teaching:timeline-chimie?rev=1560186531>

Last update: **2019/06/10 19:08**