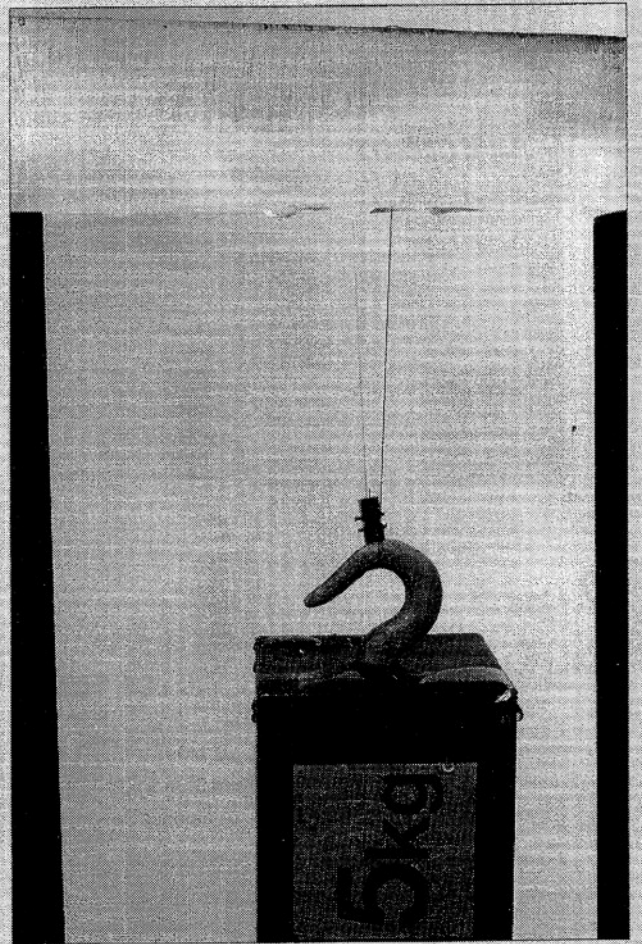
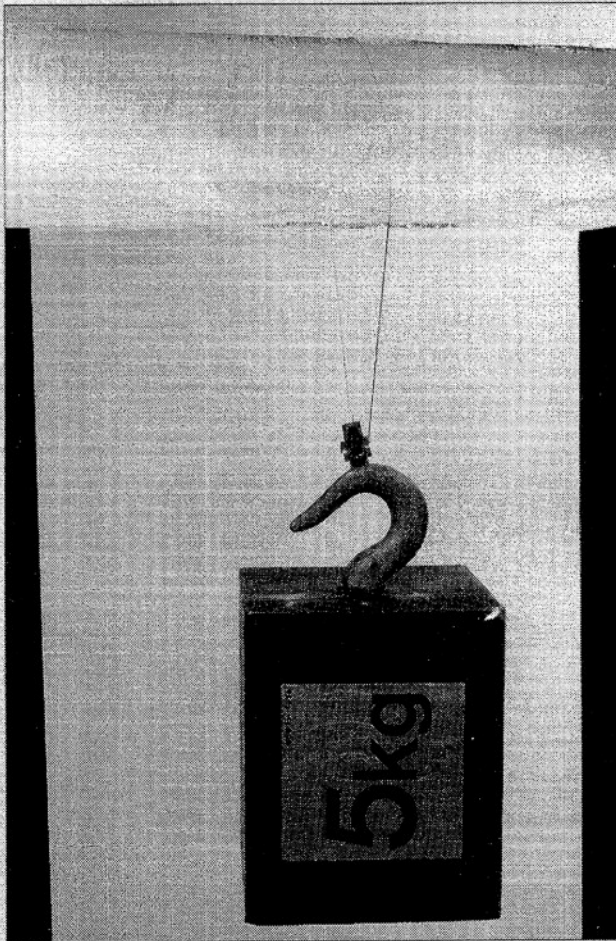


# **Annexes**

## Faire fondre de la glace avec un fil

Il est possible de faire fondre localement de la glace sans qu'il soit nécessaire de la chauffer.

Passons un fil lesté en ses deux extrémités sur un bloc de glace. Sous l'effet de la pression appliquée, la glace fond sous le fil. Il s'enfonce ainsi dans le morceau de glace, de part en part, sans couper le bloc car, après le passage du fil, la glace se reforme.



## L'humidité de l'air

La quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air ne peut dépasser une certaine valeur, qui augmente avec la température. Quand cette valeur maximale est atteinte, on dit que l'air est saturé. Il se produit alors une condensation, visible sous forme de brouillard ou de buée. Ce phénomène se produit si on dissout trop de vapeur dans l'air (condensation sur les parois d'une cuisine) ou si la température baisse (expiration dans l'air froid).

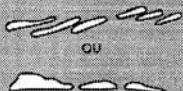

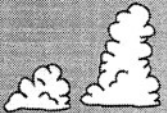
L'humidité relative s'exprime en %. Si, à 20 °C, l'air d'une salle contient 0,4 kg d'eau alors qu'il devrait en contenir 1 kg pour arriver à saturation, l'humidité relative vaut 40%. La température baisse. A 7 °C, il suffit de 0,5 kg d'eau pour saturer l'air de la salle. Il y a toujours 0,4 kg d'eau dissoute; l'humidité relative s'est élevée à 80%.

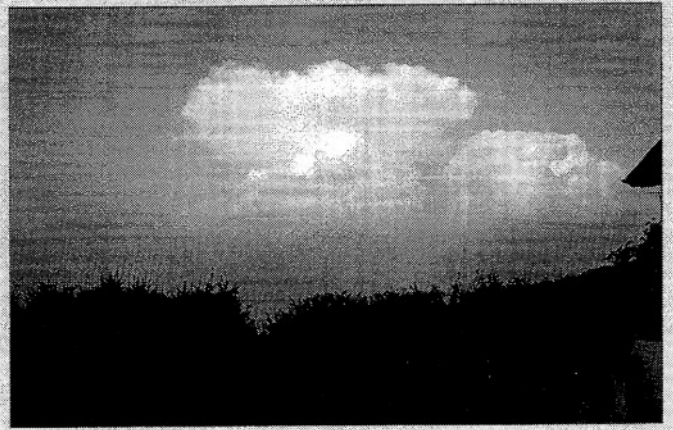


# Les nuages

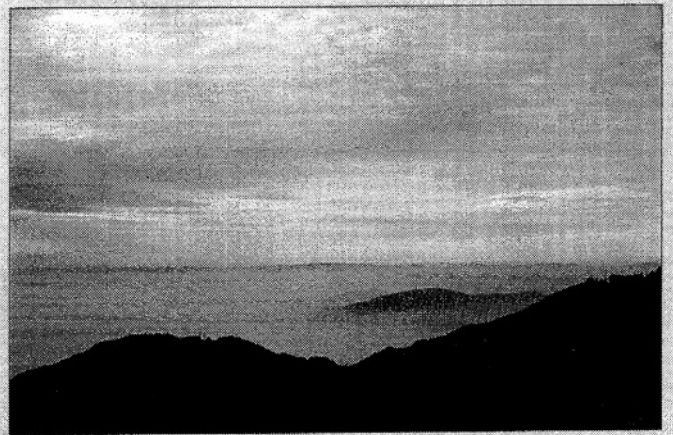
Dans la nature, la condensation de la vapeur d'eau se traduit par l'apparition d'un nuage (qu'on appelle aussi brouillard lorsqu'on se trouve à l'intérieur).

Le nom des nuages dépend de leur **forme** et de leur **altitude**:

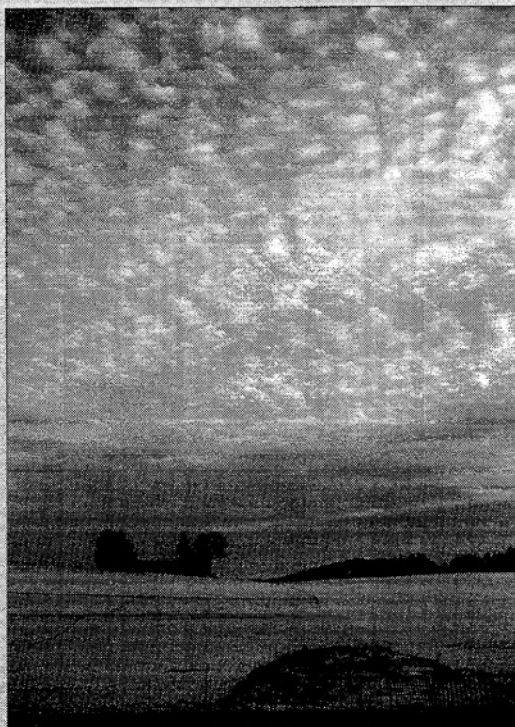
Etage supérieur 5 - 7 km	Cirrus Cirrocumulus	Cirrostratus	
Etage moyen	Alto cumulus	Altostratus	
2 - 3 km		Nimbostratus	
Etage inférieur	Stratocumulus	Stratus	Cumulus Cumulonimbus
	 Nuages en couches brisées	 Nuages en couches	 Nuages de convection



*Cumulonimbus.*



*Stratus vu de dessus (mer de brouillard) et altocumulus.*



*Altocumulus.*



*Cirrus.*

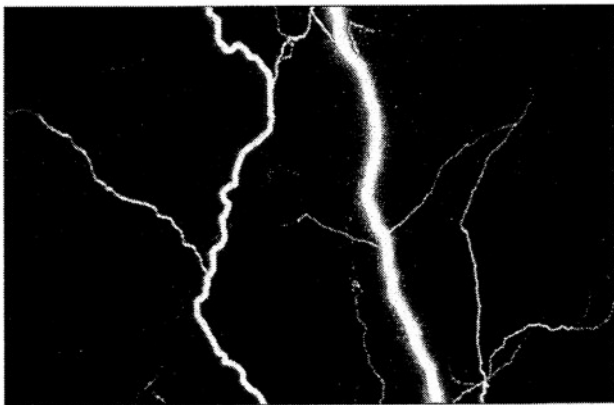
Photos F. Doleyres

## Foudre et éclairs

Foudre et éclairs sont des phénomènes d'électrisation naturels. Un orage se déclenche souvent l'été, l'air étant chaud et humide. Un orage prend sa source dans de gros nuages, au sommet très élevé: les cumulo-nimbus.

A cette altitude, les gouttelettes d'eau se transforment en cristaux de glace qui retombent vers la base du nuage. Les particules descendantes s'électrisent sous l'effet du frottement de l'air chaud et des gouttelettes ascendantes. Les nuages ont ainsi des zones chargées positivement et des zones chargées négativement.

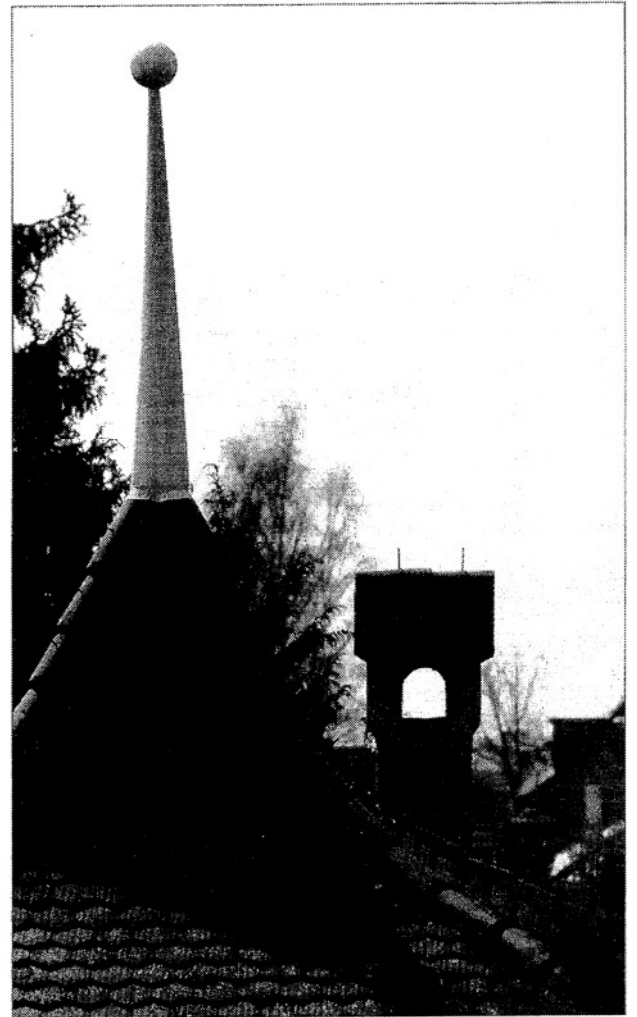
Si la concentration des charges électriques est suffisamment élevée, l'attraction est telle entre ces charges qu'il peut se produire une décharge électrique. Des charges passent d'un corps sur l'autre à travers l'air qui les sépare. Il y a émission de lumière.



Ce phénomène se produit lors d'un orage. On observe des décharges entre deux nuages: ce sont les éclairs, et parfois des décharges entre le sol et les nuages: c'est le phénomène de la foudre.

La foudre atteint de préférence les objets les plus hauts et les plus pointus: cime des arbres, poteaux, tours, antennes de télévision... Lors d'un orage, on évitera de se réfugier sous un arbre ou à côté de tels objets. La foudre n'a que très peu de chance de frapper en terrain plat et découvert. Pour protéger les bâtiments ou des installations, on utilise cette attirance vers les objets pointus en installant un paratonnerre. C'est une tige métallique dressée au sommet d'un toit et reliée à la terre. Son rôle est d'acheminer les charges électriques vers la terre.

Enfin on entend, lors d'un orage, un roulement caractéristique: le tonnerre. C'est le bruit produit par l'onde de choc de l'éclair.



## A l'intérieur de l'atome

**John Dalton** pensait qu'un atome était un bloc de matière compact, une sorte de minuscule boule de billard. Quatre-vingt-dix ans plus tard, en 1897, le physicien **J. J. Thomson** démontra qu'il n'en est rien. Il découvrit que les atomes contenaient des particules portant une charge électrique négative. Ces particules furent par la suite appelées électrons.

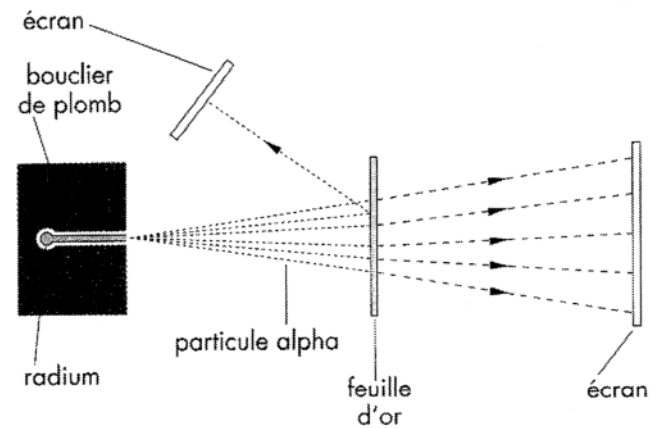
Sachant que la matière est, dans son ensemble, électriquement neutre, Thomson en déduisit que les atomes devaient également receler une charge positive compensant la charge négative de leurs électrons. Toutefois, il supposa que les charges positives et négatives étaient équitablement réparties dans toute la masse de l'atome, un peu à la manière des raisins secs dans un cake.

D'autres savants estimèrent que toute la charge positive devait au contraire être localisée dans une toute petite partie de l'atome. Le physicien **Ernest Rutherford** fut le premier, en 1911, à décrire la structure de l'atome telle que nous la connaissons aujourd'hui.

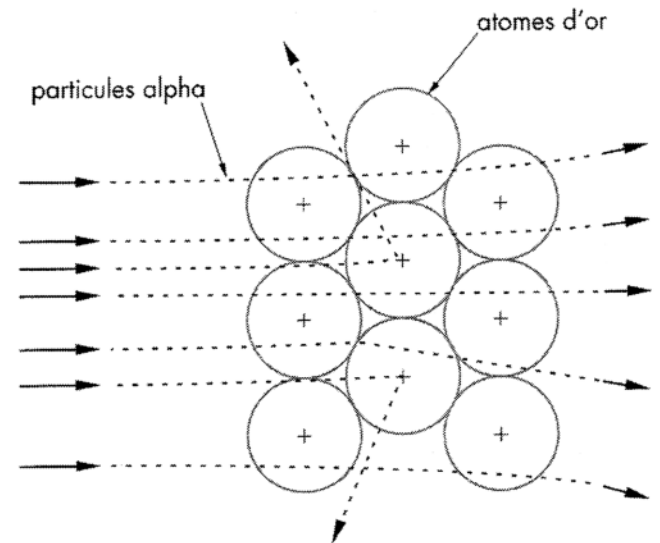
Au cours d'une expérience célèbre, il bombarde une feuille d'or avec des particules chargées positivement. Deux charges positives se repoussant mutuellement, ces particules ne devaient être déviées qu'à proximité des zones de la feuille d'or chargées positivement, la plupart d'entre elles traversant la feuille d'or en ligne droite. Ce fut effectivement ce qui se produisit et cela démontra que la théorie de Thomson était erronée. Rutherford avait prouvé que la charge positive de chaque atome d'or n'occupait qu'une infime partie de cet atome. Nous appelons cette partie **noyau** et Rutherford a démontré qu'elle ne représentait qu'un millionième de millionième du volume total de l'atome.

Le noyau d'un atome est composé de **protons**, généralement accompagnés de **neutrons**. Ceux-ci ont à peu près la même masse que les protons, mais ne portent pas de charge. La masse d'un proton étant près de deux mille fois supérieure à celle d'un électron, presque toute la masse d'un atome est localisée dans son noyau.

D'après «l'Espèce, la Matière».  
Collection Sciences et Techniques d'aujourd'hui, © Larousse.



*L'expérience de Rutherford.*



*Interprétation de l'expérience avec le modèle de l'atome proposé par Rutherford.*

## L'atome aujourd'hui, les quarks

Au début du XX<sup>e</sup> siècle, E. Rutherford mit en évidence l'existence du noyau, composé de protons chargés positivement, alors qu'en 1932, Sir James Chadwick (1891-1974), prix Nobel en 1935, découvrit le neutron. On pensait alors que tout atome était constitué de trois sortes de particules (proton, neutron et électron). Depuis 1945, des expériences de collision à haute énergie entre les particules connues ont révélé l'existence de plusieurs « nouvelles » particules, très instables et de demi-vies très courtes (de  $10^{-6}$  s à  $10^{-23}$  s); à ce jour, on en connaît plus de trois cents. Les physiciens recherchèrent une théorie permettant d'expliquer l'existence de toutes ces particules. En 1963, Murray Gell-Mann et George Zweig suggérèrent indépendamment que les particules étaient composées de « quarks » (ce nom provenant d'une phrase du roman « Finnegans Wake » de James Joyce: « Three quarks for Muster Mark »).

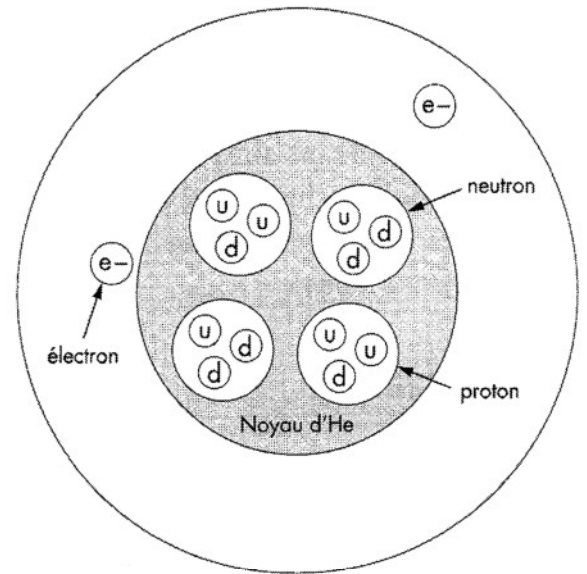
On les rechercha ensuite expérimentalement et on les trouva!

De nos jours, les protons et neutrons ne sont pas considérés comme des particules élémentaires mais comme l'assemblage de trois quarks étroitement liés. On classe les différentes particules (excepté les photons) en deux grandes catégories en fonction des interactions qu'elles peuvent subir: les hadrons effectivement formés de quarks et les leptons. Les hadrons interagissent par la force nucléaire forte; ils se divisent en deux groupes: les mésons et les baryons. Les leptons (du grec *leptos* pour petit ou léger) prennent part aux interactions électrofaibles. Les leptons comprennent les électrons ( $e^-$ ), les muons ( $\mu^-$ ), les taons ( $\tau^-$ ) et les neutrinos ( $\nu_e$ ;  $\nu_\mu$ ;  $\nu_\tau$ ), tous plus légers que le plus léger des hadrons; ils semblent être de vraies particules élémentaires.

On admit, au début, trois types de quarks désignés par les symboles  $u$ ,  $d$  et  $s$  (up, down, strange). Les quarks possèdent des charges électriques fractionnaires. En 1967, plusieurs physiciens suggérèrent, pour des raisons de symétrie, l'existence de trois autres quarks  $c$ ,  $b$  et  $t$  (charm, bottom et top).

Leptons	Energie au repos	Charge	Quarks	Energie au repos	Charge
$e^-$	511 keV	-e	u	360 MeV	+2e/3
$\mu^-$	107 MeV	-e	d	360 MeV	-e/3
$\tau^-$	1784 MeV	-e	c	1500 MeV	+2e/3
$\nu_e$	< 30 eV	0	s	540 MeV	-e/3
$\nu_\mu$	< 0,5 MeV	0	t	≈ 100 GeV	+2e/3
$\nu_\tau$	< 250 MeV	0	b	5 GeV	-e/3

Ainsi, les particules dites élémentaires, protons et neutrons, sont composées respectivement de trois quarks uud et udd. Pour expliquer les liens entre les quarks, on imagina qu'ils jouissent d'une propriété appelée « couleur ». Semblable sous plusieurs aspects à la charge électrique, la couleur se manifeste sous trois formes: rouge, vert et bleu. Chaque quark peut prendre chacune des trois couleurs mais pour assurer les liens, les trois quarks d'un baryon doivent être de couleur différente. En chromodynamique quantique, par analogie avec l'électrodynamique quantique, on dit que le quark porte une « charge colorée » par analogie avec la charge électrique. On appelle souvent « force colorée » la force qui agit entre les quarks en se souvenant que l'interaction forte entre les hadrons est assurée par des particules sans masse: les gluons. Ainsi, la théorie veut qu'il existe huit gluons dont six ont une charge colorée grâce à laquelle les quarks s'attirent les uns les autres et forment des composés. De plus, la couleur d'un quark change lorsqu'il émet ou absorbe un gluon. La force colorée entre les quarks est similaire à la force électrique entre les charges: les couleurs semblables se repoussent et les couleurs opposées s'attirent.



Représentation d'un atome d'hélium (l'échelle n'est pas respectée).

Dimensions: Quark	< $10^{-18}$ m
Electron	> $10^{-18}$ m
Proton et neutron	≈ $10^{-15}$ m
Noyau	≈ $10^{-14}$ m
Atome	≈ $10^{-10}$ m

N.B.: Les modèles actuels de la structure de la matière tiennent compte d'éléments que nous avons volontairement laissés de côté comme le spin, les nombres baryoniques, l'étrangeté, la saveur ou les antiparticules... Ces éléments se situent dans le cadre de la « mécanique quantique ».

## L'analyse de l'air par Lavoisier en 1774

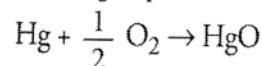
Le texte de Lavoisier, extrait de sa communication « Analyse de l'air, de l'atmosphère, sa résolution en deux fluides élastiques, l'un respirable, l'autre non respirable » est repris ci-dessous :

« J'ai pris un matars (cornue) de 36 pouces cubiques environ (720 ml) de capacité dont le col était très long et avait 6 à 7 lignes (12 à 14 cm) de grosseur intérieurement.

Je l'ai courbé comme on le voit représenté (...). J'ai introduit dans ce matras 4 onces (122 g) de mercure très pur, puis en suçant avec un siphon que j'ai introduit sous la cloche, j'ai élevé le mercure; j'ai marqué soigneusement cette hauteur avec une bande de papier collé et j'ai observé exactement le baromètre et le thermomètre. (...) Les choses ainsi préparées, j'ai allumé le feu dans le fourneau et je l'ai entretenu pendant 12 jours. (...) Le second jour, j'ai commencé à voir nager, sur la surface du mercure de petites parcelles rouges qui, pendant quatre ou cinq jours, ont augmenté en nombre et en volume, après quoi, elles ont cessé de grossir et sont restées absolument dans le même état. Au bout de douze jours, voyant que la calcination du mercure ne faisait plus aucun progrès, j'ai éteint le feu et j'ai laissé refroidir les vaisseaux.

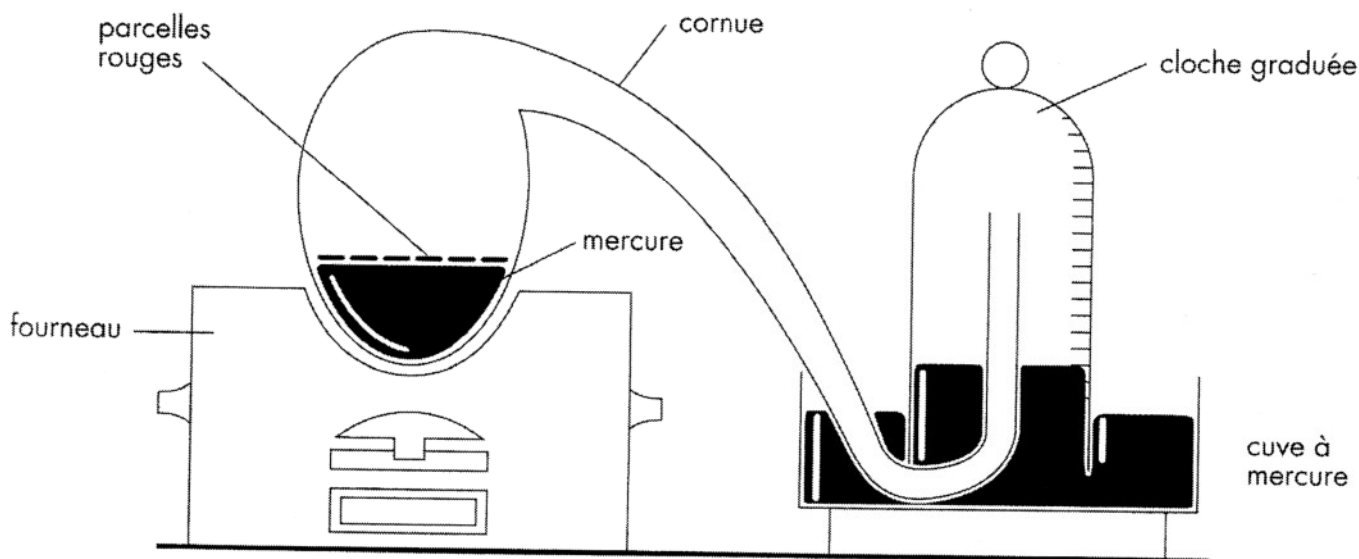
le volume de l'air contenu (...) était avant l'opération de 50 pouces cubiques. Lorsque l'opération a été finie, ce même volume, dans les mêmes conditions, ne s'est plus trouvé que de 42 à 43 pouces cubiques; il y avait eu, par conséquent, une diminution de volume d'un sixième environ ».

Lavoisier affirma que les parcelles rouges étaient le résultat d'une réaction chimique entre le mercure et un « composé actif » de l'air. On sait maintenant qu'il avait raison, il s'agit de l'oxyde de mercure II (rouge) qui se forme selon la réaction :



Lavoisier s'intéressa alors au gaz restant dans la cornue: « l'air qui restait après cette opération, et qui avait été réduit au cinq sixièmes de son volume initial par la calcination du mercure, n'était plus propre à la respiration ni à la combustion; les animaux qu'on y introduisait périssaient en peu d'instant et les lumières (flammes) s'y éteignaient sur-le-champ comme si on les eût plongées dans l'eau. »

Lavoisier donna à ce gaz le nom d'azote qui signifie donc sans vie (du grec: α (a) privatif et ζοε (zoé): vie). Lavoisier avait ainsi reconnu les deux principaux composants de l'air.



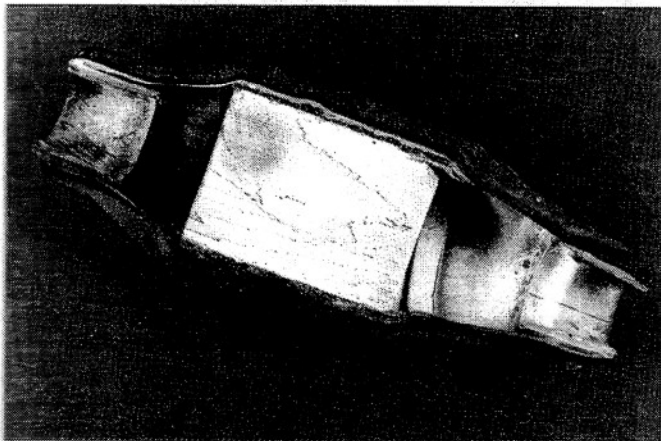


## Carburants pour les moteurs à explosion, catalyseur

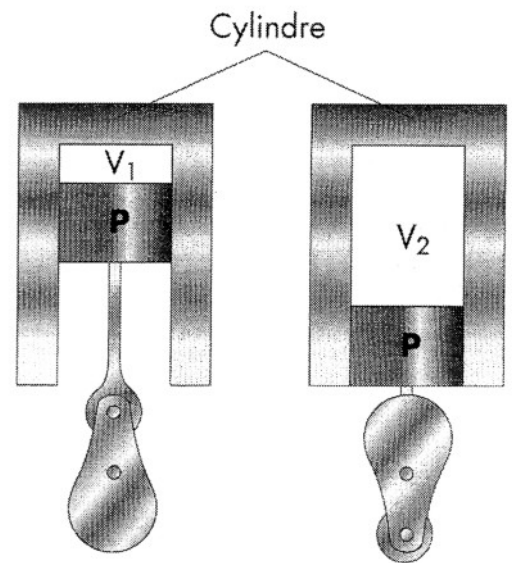
L'essence est un mélange d'alcane linéaires ou ramifiés comptant en majorité 7, 8 ou 9 atomes de carbone. L'expérience montre que les alcanes ramifiés résistent mieux à l'auto-inflammation lorsque le taux de compression est élevé que les alcanes linéaires. Les moteurs modernes ayant un taux de compression élevé (9 ou plus), un carburant constitué uniquement d'heptane ne convient pas. En effet, le mélange heptane-air peut exploser lors de la phase de compression, avant que le piston ait atteint son point haut d'où cognement du moteur et mauvais rendement. On attribue à ce mélange la valeur 0 d'indice d'octane.

Le triméthyl-2,2,4 pentane ( $(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ ) (souvent mais incorrectement appelé « isooctane ») résiste fortement au phénomène d'auto-inflammation. On lui attribue la valeur 100 d'indice d'octane.

Une essence a pour indice d'octane la valeur  $n$  si son comportement vis-à-vis de l'auto-inflammation est identique à celui d'un mélange de  $n$  volumes d'isooctane et de  $100-n$  volumes d'heptane. L'essence « normale » a un indice voisin de 95, la « super », un indice de 98. Pour améliorer l'indice d'octane, on ajoutait, à l'essence, un antidétonant tel que le tétraéthyl de plomb ( $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ ) ou le tétraméthyl de plomb ( $\text{Pb}(\text{CH}_3)_4$ ). Cela ne va pas sans inconvénients au niveau de la pollution car 75 % du plomb rejeté avec les gaz d'échappement reste en suspension dans l'atmosphère. Actuellement, les « catalyseurs » nécessitent l'utilisation d'essence sans plomb.



L'intérieur d'un pot catalytique.



Le taux de compression d'un moteur est défini comme le rapport des volumes  $V_1$  et  $V_2$  de la chambre de combustion lorsque le piston  $P$  est en position haute et basse : taux de compression =  $V_2 / V_1$

Le **catalyseur** est constitué d'une enveloppe en acier contenant un nid d'abeille recouvert de platine, de palladium ou de rhodium ; il catalyse la formation de  $\text{CO}_2$  à partir des hydrocarbures imbrûlés et du monoxyde de carbone ( $\text{CO}$ ) ; cela signifie qu'il offre un environnement physique (grande surface de contact et température élevée) qui favorise la combustion complète des produits contenus dans les gaz d'échappement.

Il réduit également le monoxyde d'azote ( $\text{NO}$ ) en favorisant la formation d'azote gazeux ( $\text{N}_2$ ).

Le catalyseur parfait libérerait des gaz d'échappement ne contenant que du gaz carbonique ( $\text{CO}_2$ ), de l'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ) et de l'azote ( $\text{N}_2$ ), tous stables et non toxiques.

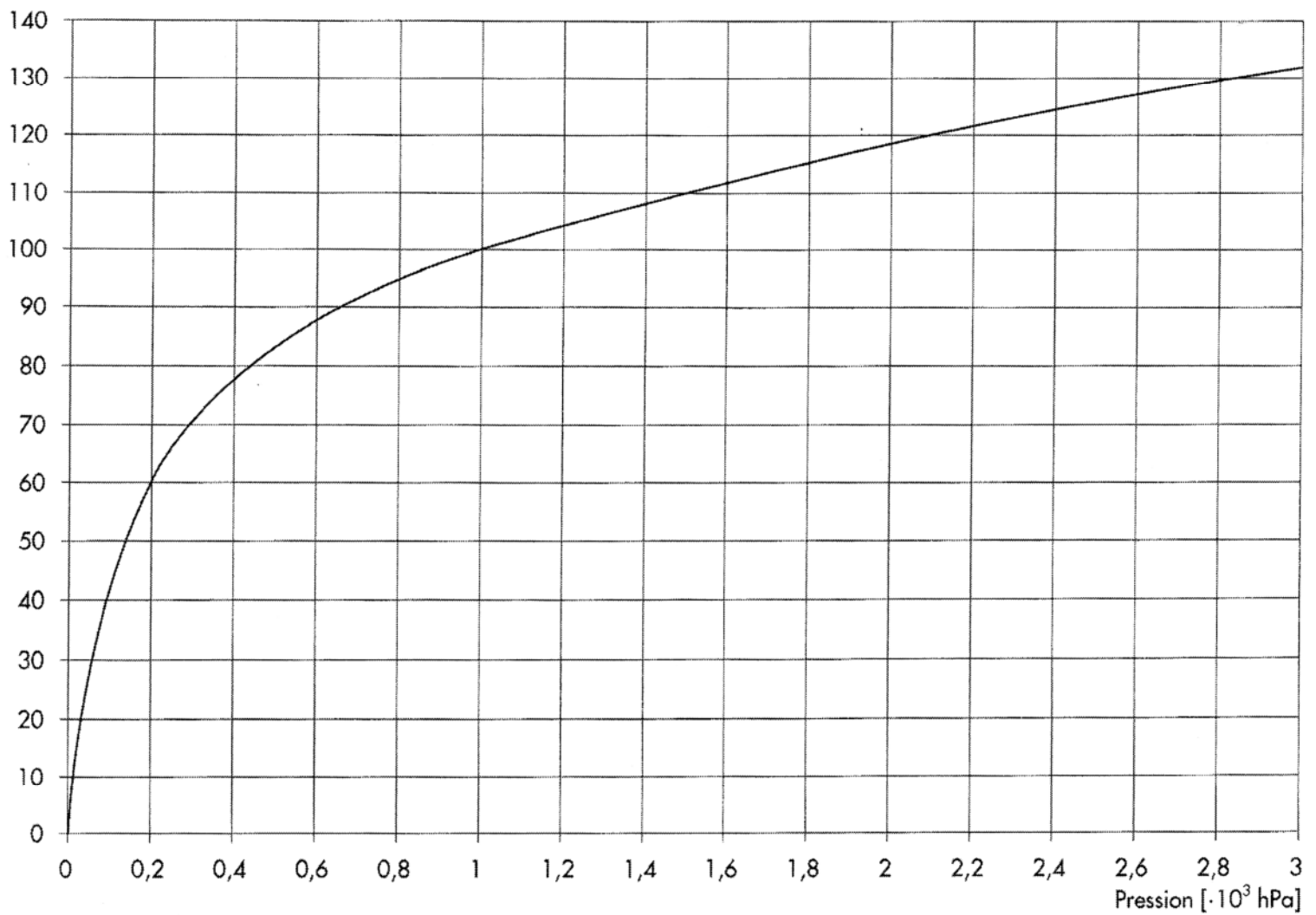
# TABLES DE VALEURS NUMÉRIQUES

Substance		Masse	Dilatation		Température	
			Masse volumique	Coefficient de dilatation volumique	Coefficient de dilatation linéaire	Température de fusion
Valeurs aux conditions normales		$\rho$	$\gamma$	$\alpha$	$\theta_F$	$\theta_E$
■ Solides et liquides: $\theta = 20^\circ\text{C}$		$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	$^\circ\text{C}^{-1}$	$^\circ\text{C}^{-1}$	$^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$
■ Gaz: $p = 1013 \text{ hPa}$ et $\theta = 0^\circ\text{C}$ jusqu'en 1982						
■ Gaz: $p = 1000 \text{ hPa}$ et $\theta = 0^\circ\text{C}$ à partir de 1982						
A	Acier (99% Fe; 0,2% C; ...)	$7,85 \cdot 10^3$		$11 \cdot 10^{-6}$	1515	~ 2500
	Air (23% O <sub>2</sub> ; 76% N <sub>2</sub> ; ...)	1,29	$3,67 \cdot 10^{-3}$		- 220	- 194
	Aluminium (Al)	$2,7 \cdot 10^3$		$25 \cdot 10^{-6}$	660	2467
	Argent (Ag)	$10,5 \cdot 10^3$		$19 \cdot 10^{-6}$	962	2212
	Azote gazeux (N <sub>2</sub> )	1,25	$3,67 \cdot 10^{-3}$		- 210	- 196
B	Béton	$2,3 \cdot 10^3$		$10 \cdot 10^{-6}$		
	Bois de chêne	$0,7 \cdot 10^3$		$\sim 50 \cdot 10^{-6}$		
	Bois de sapin	$0,5 \cdot 10^3$		$\sim 40 \cdot 10^{-6}$		
	Bronze (alliage de Cu et de Sn)	$8,8 \cdot 10^3$		$\sim 16 \cdot 10^{-6}$	~ 1000	
C	Caoutchouc naturel	$0,93 \cdot 10^3$			~ 75	
	Carbone (graphite)	$2,25 \cdot 10^3$			~ 3700	4827
	Constantan (60% Cu; 40% Ni)	$8,9 \cdot 10^3$		$15 \cdot 10^{-6}$	~ 1200	
	Cuivre (Cu)	$8,92 \cdot 10^3$		$17 \cdot 10^{-6}$	1083	2567
E	Eau (H <sub>2</sub> O)	$1,00 \cdot 10^3$	$0,2 \cdot 10^{-3}$		0	100
	Etain (Sn)	$7,35 \cdot 10^3$		$20 \cdot 10^{-6}$	232	2270
	Ethanol (alcool à brûler)	$0,79 \cdot 10^3$	$1,1 \cdot 10^{-3}$		- 117	78,5
	Essence (benzine)	$0,7 \cdot 10^3$				
F	Fer (Fe)	$7,86 \cdot 10^3$		$12 \cdot 10^{-6}$	1535	2750
	Fonte grise (95% Fe; 5% C)	$7,2 \cdot 10^3$		$9 \cdot 10^{-6}$	1177	
G	Gaz carbonique (CO <sub>2</sub> )	1,98	$3,72 \cdot 10^{-3}$		- 57 <sup>(sous pression)</sup>	- 78,5
	Glycérine (C <sub>3</sub> H <sub>5</sub> (OH) <sub>3</sub> )	$1,26 \cdot 10^3$	$0,5 \cdot 10^{-3}$		20	290
	Granit	$2,6 \cdot 10^3$		$\sim 7 \cdot 10^{-6}$	~ 1250	
	Glace (H <sub>2</sub> O)	$0,917 \cdot 10^3$			0	
H	Hélium (He)	0,178	$3,66 \cdot 10^{-3}$		- 272	- 269
	Huile de chauffage (mazout)	$0,84 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^{-3}$		~ - 15	
	Huile d'olive ou de tournesol	$0,88 \cdot 10^3$	$0,7 \cdot 10^{-3}$		~ - 10	~ 300
	Hydrogène gazeux (H <sub>2</sub> )	0,0899	$3,66 \cdot 10^{-3}$		- 259	- 253

Substance		Masse	Dilatation		Température	
			Coefficient de dilatation volumique	Coefficient de dilatation linéaire	Température de fusion	Température d'ébullition
Valeurs aux conditions normales		Masse volumique	Coefficient de dilatation volumique	Coefficient de dilatation linéaire	Température de fusion	Température d'ébullition
■ Solides et liquides: $\theta = 20^\circ\text{C}$		$\rho$	$\gamma$	$\alpha$	$\theta_F$	$\theta_E$
■ Gaz: $p = 1013 \text{ hPa}$ et $\theta = 0^\circ\text{C}$ jusqu'en 1982		$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	$^\circ\text{C}^{-1}$	$^\circ\text{C}^{-1}$	$^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$
■ Gaz: $p = 1000 \text{ hPa}$ et $\theta = 0^\circ\text{C}$ à partir de 1982						
I	Invar (64% Fe; 36% Ni)	$8,13 \cdot 10^3$		$2 \cdot 10^{-6}$	~ 1450	
L	Laiton (70% Cu; 30% Zn)	$8,47 \cdot 10^3$		$18 \cdot 10^{-6}$	932	
	Liège	$0,2 \cdot 10^3$				
M	Marbre	$2,7 \cdot 10^3$				
	Mercure (Hg)	$13,6 \cdot 10^3$	$0,18 \cdot 10^{-3}$		- 39	357
	Méthanol	$0,791 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^{-3}$		- 94	65
N	Nichrome (60% Ni; 12% Cr; 28% Fe)	$8,2 \cdot 10^3$			~ 1400	~ 3000
	Nickel (Ni)	$8,9 \cdot 10^3$		$13 \cdot 10^{-6}$	1455	2730
	Nylon (polyamide PA 6)	$1,14 \cdot 10^3$		$70 \cdot 10^{-6}$	215	
O	Or (Au)	$18,9 \cdot 10^3$		$14 \cdot 10^{-6}$	1064	3080
	Oxygène gazeux ( $\text{O}_2$ )	1,43			- 218	- 183
P	Platine (Pt)	$21,5 \cdot 10^3$		$9 \cdot 10^{-6}$	1772	~ 3800
	Plomb (Pb)	$11,3 \cdot 10^3$		$29 \cdot 10^{-6}$	327	1740
	PVC (chlorure de polyvinyle)	$1,35 \cdot 10^3$		$78 \cdot 10^{-6}$	160	
	Plexiglas (verre acrylique)	$1,18 \cdot 10^3$		$68 \cdot 10^{-6}$	210	
	Pétrole lampant	$0,77 \cdot 10^3$				
	Polyester et fibres de verre	$1,6 \cdot 10^3$		$21 \cdot 10^{-6}$		
Q	Quartz	$2,65 \cdot 10^3$		$0,5 \cdot 10^{-6}$	1610	2400
S	Sagex (polystyrène expansé)	$0,02 \cdot 10^3$				
	Silicone (caoutchouc)	$1,25 \cdot 10^3$				
	Silicium (Si)	$2,33 \cdot 10^3$		$3 \cdot 10^{-6}$	1410	2355
T	Tungstène (W)	$19,4 \cdot 10^3$		$4,5 \cdot 10^{-6}$	3410	5660
U	Uranium (U)	$19 \cdot 10^3$				
V	Verre ordinaire	$2,6 \cdot 10^3$		$9 \cdot 10^{-6}$		
	Verre pyrex	$2,32 \cdot 10^3$		$3 \cdot 10^{-6}$		
Z	Zinc (Zn)	$7,14 \cdot 10^3$		$35 \cdot 10^{-6}$	420	907

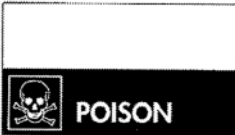

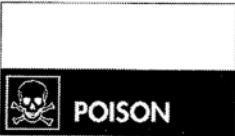
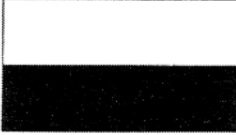


## Température d'ébullition de l'eau en fonction de la pression

Température d'ébullition [°C]




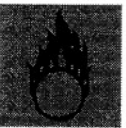
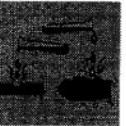
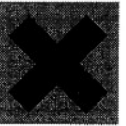
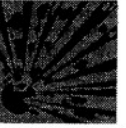



# TOXICITÉ DES SUBSTANCES CHIMIQUES

## Directives suisses

CH 1		<b>CLASSE DE TOXICITÉ 1</b> Substances corrosives, caustiques, irritantes Dose mortelle < 0,35 g Substances cancérigènes, mutagènes et tératogènes	CH 4		<b>CLASSE DE TOXICITÉ 4</b> Dose mortelle 35 g – 140 g
CH 2		<b>CLASSE DE TOXICITÉ 2</b> Substances corrosives, caustiques, irritantes Dose mortelle 0,35 g – 3,5 g	CH 5		<b>CLASSE DE TOXICITÉ 5</b> Dose mortelle 140 g – 350 g
CH 3		<b>CLASSE DE TOXICITÉ 3</b> Substances corrosives, caustiques, irritantes Dose mortelle 3,5 g – 35 g			<b>SUBSTANCES HORS CLASSE DE TOXICITÉ SUISSE</b>

## Directives européennes

Signification	Symbole	Description des risques
Toxique (T) Très toxique (T+)		<ul style="list-style-type: none"> <li>Substances et préparations toxiques et nocives présentant, même en petites quantités, un danger pour la santé.</li> <li>Si la gravité de l'effet sur la santé se manifeste pour de très faibles quantités, le produit est signalé par le symbole toxique.</li> </ul>
Nocif (Xn)		<ul style="list-style-type: none"> <li>Ces produits pénètrent dans l'organisme par inhalation, par ingestion ou par la peau.</li> <li>Eviter tout contact corporel. En cas de malaise, consulter un médecin.</li> </ul>
Facilement inflammable (F) Extrêmement inflammable (F+)		<ul style="list-style-type: none"> <li>Les produits facilement inflammables s'enflamment en présence d'une flamme, d'une source de chaleur ou d'une étincelle.</li> <li>Les produits extrêmement inflammables s'enflamment sous l'action d'une source d'énergie (flamme, étincelle, etc.), et ce même en dessous de 0° C.</li> </ul>
Comburant (O)		<ul style="list-style-type: none"> <li>La combustion a besoin d'une matière combustible, d'oxygène et d'une source d'inflammation ; elle est considérablement accélérée en présence d'un produit comburant (substance riche en oxygène).</li> <li>Eviter tout contact avec des substances combustibles.</li> </ul>
Corrosif (C)		<ul style="list-style-type: none"> <li>Les substances corrosives endommagent gravement les tissus vivants et attaquent également d'autres matières. La réaction peut être due à la présence d'eau ou d'humidité.</li> <li>Ne pas respirer les vapeurs et éviter tout contact corporel.</li> </ul>
Irritant (Xi)		<ul style="list-style-type: none"> <li>Le contact répétitif avec des produits irritants provoque des réactions inflammatoires de la peau et des muqueuses.</li> <li>Eviter tout contact corporel ainsi que l'inhalation. En cas de malaise, consulter un médecin.</li> </ul>
Explosif (E)		<ul style="list-style-type: none"> <li>L'explosion est une combustion extrêmement rapide ; elle dépend des caractéristiques du produit, de la température (source de chaleur), du contact avec d'autres produits (réaction), des chocs, des frottements, etc.</li> <li>Eviter les chocs, secousses, etc.</li> </ul>
Dangereux pour l'environnement (<<N)		<p>Substances :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>très toxiques pour les organismes aquatiques</li> <li>toxiques pour la faune</li> <li>dangereuses pour la couche d'ozone</li> </ul>

# Ozone

## L'ozone, qu'est-ce que c'est ?

Ozone vient du grec "ozein" qui signifie exhaler une odeur.

L'ozone est un corps simple gazeux, à l'odeur forte, au pouvoir très oxydant, dont la molécule ( $O_3$ ) est formée de trois atomes d'oxygène.

L'ozone est un constituant naturel de la haute atmosphère (ozone stratosphérique) et un polluant dans la basse atmosphère (ozone troposphérique). Plus instable que l'oxygène à basse température, il peut être obtenu à partir celui-ci vers 1500 °C. On l'emploie, dans l'industrie, à la stérilisation des eaux, au blanchiment des textiles et à la synthèse de certaines essences végétales. Il est également produit de façon naturelle par réaction photochimique, dans la stratosphère (ozonosphère), où il joue le rôle d'écran vis-à-vis du rayonnement ultraviolet.

## Trou dans la couche d'ozone ou trou d'ozone

C'est la zone de la stratosphère où l'on observe chaque année une diminution temporaire de la concentration en ozone

Cette diminution est causés par la réaction d'atomes de chlore, issus des chlorofluorocarbures, qui détruisent les molécules d'ozone, le trou d'ozone réside à présent en quasi-permanence au-dessus de l'Antarctique.

## Carte de la concentration atmosphérique de l'ozone

Voici une carte de la concentration atmosphérique totale en ozone de l'hémisphère sud, le 8 octobre 1995, obtenue à partir des données d'un satellite météorologique américain TIROS. La concentration décroît gris clair au gris foncé, ce qui permet d'observer le "trou d'ozone" sur l'Antarctique.

