

# Carbone

Snippet de [Wikipédia](#): **Carbone**

Le **carbone** est l'élément chimique de numéro atomique 6, de symbole C. C'est l'élément le plus léger du groupe 14 du tableau périodique.

Le carbone est le 4<sup>e</sup> élément le plus abondant dans l'univers et le 15<sup>e</sup> le plus abondant dans la croûte terrestre. Il est présent sur Terre à l'état de corps simple (charbon et diamants), de composés inorganiques (CO<sub>2</sub>) et de composés organiques (biomasse, pétrole et gaz naturel). De nombreuses structures basées sur le carbone ont également été synthétisées : charbon actif, noir de carbone, fibres, nanotubes, fullerènes et graphène.

Le corps simple carbone présente plusieurs formes allotropiques dont principalement le graphite et le diamant. L'élément carbone forme divers composés inorganiques comme le dioxyde de carbone CO<sub>2</sub>, et une grande variété de composés organiques et de polymères. C'est l'élément de base de toutes les formes de vie connues.

La combustion du carbone sous toutes ses formes a été le fondement du développement technologique dès la préhistoire. Les matériaux à base de carbone ont des applications dans de nombreux autres domaines : matériaux composites, batteries lithium-ion, dépollution de l'air et de l'eau, électrodes pour les fours à arc ou la synthèse de l'aluminium, etc. Diverses recherches scientifiques ont mis en évidence la possibilité d'utiliser le carbone comme catalyseur ou support de catalyseur et comme électrocatalyseur.

Le carbone possède trois isotopes naturels, les carbones 12 (<sup>12</sup>C), 13 (<sup>13</sup>C) et 14 (<sup>14</sup>C). Les deux premiers sont stables. Le troisième est radioactif de demi-vie 5 730 années ; il est utilisé pour dater des objets ayant incorporé du carbone naturel (datation au carbone 14). On connaît douze autres isotopes du carbone, tous radioactifs de courte demi-vie.

[Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0](#)

## Diamant

Snippet de [Wikipédia](#): **Diamant**

Le **diamant** (/dja.mã/, du grec ancien ἀδάμας / *adámas*, « indomptable ») est un minéral, constitué d'atomes de carbone à l'état cristallin. Sa renommée vient de sa rareté à l'état naturel et de son utilisation en joaillerie. Le diamant trouve également de nombreuses applications industrielles du fait de ses propriétés physiques particulières, comme outils de coupe et d'usinage, comme bistouris ou dans des enclumes à diamant. Les diamants de synthèse peuvent remplacer les diamants naturels pour certaines applications.

Les propriétés physiques du diamant viennent des fortes liaisons covalentes entre ses atomes arrangés selon un système cristallin cubique. En particulier, le diamant est le

matériau naturel le plus dur (avec l'indice maximal (10) sur l'échelle de Mohs) et il possède une très forte conductivité thermique. Chimiquement, le diamant est la forme allotropique de haute pression du carbone. Le diamant est métastable aux conditions ambiantes de l'atmosphère terrestre (basse température et pression), ce qui explique qu'on le trouve à la surface de la Terre. Le diamant reste moins stable que le graphite et la lonsdaléite, les deux autres formes de cristallisation du carbone.

La majorité des diamants naturels se sont formés dans des conditions de très hautes températures et pressions à des profondeurs de 140 à 190 kilomètres dans le manteau terrestre. Leur croissance nécessite de 1 à 3,3 milliards d'années (entre 25 et 75 % de l'âge de la Terre). Les diamants sont remontés à la surface par le magma d'éruptions volcaniques profondes qui refroidit pour former des roches volcaniques contenant les diamants, les kimberlites et les lamproïtes.

[Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0](#)

## Graphite

Snippet de [Wikipédia](#): [Graphite](#)

Le **graphite** est une espèce minérale qui est, avec le diamant, la lonsdaléite et la chaoite, l'un des allotropes naturels du carbone. Le graphite est dit naturel quand il provient d'une mine et synthétique quand il est issu de la pyrolyse de houille ou de coke de pétrole.

Sa formule chimique est « C » mais les formes natives permettent de retrouver des traces d'hydrogène (« H »), d'azote (« N »), d'oxygène (« O »), de silicium (« Si »), d'aluminium (« Al »), de fer (« Fe ») ou encore d'argile.

En raison de son importance industrielle (pour les batteries de type lithium-ion notamment) il est maintenant considéré comme matériau critique de la transition énergétique, inclus dans une première liste de criticité en Europe.

[Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0](#)

- [fr:Mersen](#) : En 1893, Charles Street, ingénieur chez Le Carbone, découvre et brevète le procédé de la graphitisation du carbone qui permet la fabrication de graphite synthétique
- En 2019, 9,41 millions de dollars australiens d'aides ont été attribués pour un projet de conversion du biogaz (ici issu de méthanisation de boues d'épuration) en graphite et en hydrogène. (cf. [ref](#))

## Graphène

Snippet de [Wikipédia](#): [Graphène](#)

Le **graphène** est un matériau bidimensionnel cristallin, forme allotropique du carbone dont

l'empilement constitue le graphite. Des analogues inorganiques du graphène tels que les MXenes ou les MBenes ont aussi pu être développés.

Cette définition théorique est donnée par le physicien Philip R. Wallace (en) en 1947. Par la suite, le travail de différents groupes de recherche permettra de se rendre compte que la structure du graphène tout comme ses propriétés ne sont pas uniques et dépendent de sa synthèse/extraction (détaillée dans la section Production). Le graphène n'a pu être isolé et caractérisé qu'en 2004 par le groupe d'Andre Geim, du département de physique de l'université de Manchester, qui a reçu pour cela, avec Konstantin Novoselov, le prix Nobel de physique en 2010. La structure théorique du graphène a été identifiée comme constituant l'élément structurel de base d'autres formes allotropiques, comme le graphite, les nanotubes de carbone (forme cylindrique) et les fullerènes (forme sphérique). Les principales qualités sur lesquelles la recherche en science des matériaux/chimie en Europe est centrée sont sa très bonne conductivité électrique et conductivité thermique (jusqu'à  $5\,300\text{ W m}^{-1}\text{ K}^{-1}$ ), sa résistance mécanique, souplesse, transparence optique et son imperméabilité moléculaire.

La stabilité du graphène est expliquée par une hybridation orbitale  $sp^2$  -une combinaison d'orbitales  $s$ ,  $p_x$  et  $p_y$  qui constituent la liaison  $\sigma$ . L'électron  $p_z$  constitue la liaison  $\pi$ . Les liaisons  $\pi$  s'hybrident ensemble pour former la bande  $\pi$  et les bandes  $\pi^*$ . Ces bandes sont responsables de la plupart des propriétés électroniques notables du graphène, via la bande à moitié remplie qui permet aux électrons de se déplacer librement.

[Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0](#)

## Fullerène - Nanotube

Snippet de *Wikipédia*: [Fullerène](#)

Les **fullerènes** sont des allotropes du carbone constitué de molécules ayant la forme d'une sphère, d'un ellipsoïde, d'un tube (nanotube) ou d'un anneau. Les fullerènes sont similaires au graphite, composé de feuilles d'anneaux hexagonaux liés, mais ils comportent des anneaux pentagonaux et parfois heptagonaux, ce qui courbe la feuille. Les fullerènes sont la troisième forme allotropique connue du carbone, après le graphite et le diamant.

Les fullerènes ont été découverts en 1985 par Harold Kroto, Robert Curl et Richard Smalley, ce qui leur valut le prix Nobel de chimie en 1996.

Le premier fullerène découvert a pour formule  $C_{60}$ . Ses molécules se composent de 12 pentagones et 20 hexagones, chaque sommet étant occupé par un atome de carbone et chaque côté par une liaison covalente. Cette structure est la même que celle d'un dôme géodésique ou d'un ballon de football. Pour cette raison, il est appelé « buckminsterfullerène », en hommage à l'architecte Buckminster Fuller qui a conçu le dôme géodésique, ou « footballène ».

[Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0](#)

[fr:Nanotube](#)

# Carbone, abondance, biomasse


- 4360 million gigatonnes au niveau de la planète (atmosphère, croûte, cœur,...)
- **900 gigatonnes de carbone dans l'atmosphère** (essentiellement via le CO<sub>2</sub>) \*\*chaque ppm de CO<sub>2</sub> correspond à 2.13 gigatonnes de carbone)
- 36000 gigatonnes de carbone dans l'eau (via espèces chimiques en solution)
- 18000 gigatonnes de carbone sous forme de charbon (pas nécessairement exploitable)
- 150 gigatonnes de carbone sous forme de pétrole (exploitable ?)
- 105 gigatonnes de carbone sous forme de gaz naturel (exploitable), 540 gigatonnes sous forme de gaz "de schiste")
- 500 à 3000 gigatonnes de carbone dans le méthane hydraté (glaces polaires, océans)
- [All the Biomass on Earth in One Massive Visualization](#) → 545.8 gigatonnes de carbone dans le vivant

## Carte conceptuelle avec les 3 niveaux de représentation


### Mots-clés

- Macroscopique : graphique, diamant, charbon, variétés allotropiques
- Microscopique : atome, molécules de méthane, CO<sub>2</sub>,... feuillet de graphite, graphène
- Symbolique : Carbone, élément, nombre atomique 6, masse atomique 12,...


## Dioxyde de carbone

- Acidification des océans
  - [Ocean Acidification: "The Other Carbon Dioxide Problem"](#)
- Thread twitter
  - [https://mobile.twitter.com/Prof\\_D\\_sciences/status/1329827688199098373](https://mobile.twitter.com/Prof_D_sciences/status/1329827688199098373) → CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère
- Effet de serre
  -  [Eunice Newton Foote](#)
    - <https://mobile.twitter.com/OlivierM2019/status/1326536785640321028>
- GIEC
  - <https://twitter.com/BonPote/status/1429726357118935044> + <https://bonpote.com/> ??
- Capteurs
  - <https://www.oriumfrance.com/shop/fr/mesure/10-mesureur-d-air-interieur-quaelis-20.html>
  - <http://www.yoctopuce.com/EN/products/usb-environmental-sensors/yocto-co2-v2>
  - <https://www.co2meter.com/collections/co2-sensors>
  - <https://fr.farnell.com/sensirion/scd30-co2-sensor-module/gas-sensor-co2-0-075a-5-5v-40000ppm/dp/2887812>
  - <https://be.farnell.com/fr-BE/sensirion/scd30-co2-sensor-module/gas-sensor-co2-0-075a-5-5v-40000ppm/dp/2887812?st=co2>
  - <https://twitter.com/UncleBo80053383/status/1412657741672423424> → mesure de l'évolution du taux de CO<sub>2</sub> dans une classe
    - [<https://store.data-harvest.co.uk/carbon-dioxide-sensor>]
  - recherche google : carbon dioxide sensor

- Ventilation

- en classe  (recherche classroom CO2 sensor carbon dioxide,...)
  - [https://www.researchgate.net/publication/289566619\\_Examining\\_CO2\\_levels\\_in\\_school\\_classrooms](https://www.researchgate.net/publication/289566619_Examining_CO2_levels_in_school_classrooms)
  - <https://twitter.com/Ntsaldaraki/status/1414497690549997573/photo/1>
  - <https://twitter.com/blondebonce/status/1429370777158275072>

- décarbonation, alternatives,...

- Hydrogène
  - <https://www.hydrogen4eu.com/>
- biocarburants
- énergie nucléaire
- Séquestration :
  - [Carbon capture is expensive because physics](#) Carbon capture is expensive for each of capture, distribution and sequestration
  - cf. mission  [Apollo\\_13](#) et l'excédent de CO<sub>2</sub> à éliminer
  - La piste bactérienne : <https://www.nature.com/articles/d41586-019-03679-x>

From:

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

Permanent link:

<https://dvillers.umons.ac.be/wiki/teaching:carbone?rev=1629939809>

Last update: **2021/08/26 03:03**

