
Nanotechnologies — Vocabulaire —
Partie 13:
Graphène et autres matériaux
bidimensionnels

Nanotechnologies — Vocabulary —

Part 13: Graphene and related two-dimensional (2D) materials

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai



Numéro de référence
ISO 80004-13:2017(F)

© ISO 2017

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2017, Publié en Suisse

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Ch. de Blandonnet 8 • CP 401
CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland
Tel. +41 22 749 01 11
Fax +41 22 749 09 47
copyright@iso.org
www.iso.org

Sommaire

Page

Avant-Propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
3.1 Termes relatifs aux matériaux	1
3.1.1 Termes généraux relatifs aux matériaux bidimensionnels	1
3.1.2 Termes relatifs au graphène	3
3.1.3 Termes relatifs à d'autres matériaux bidimensionnels	5
3.2 Termes relatifs à des méthodes de production de matériaux bidimensionnels	5
3.2.1 Production de graphène et de matériaux bidimensionnels similaires	5
3.2.2 Production de nanorubans	8
3.3 Termes relatifs aux méthodes de caractérisation de matériaux bidimensionnels	9
3.3.1 Méthodes de caractérisation structurelle	9
3.3.2 Méthodes de caractérisation chimique	11
3.3.3 Méthodes de caractérisation électrique	12
3.4 Termes relatifs aux caractéristiques des matériaux bidimensionnels	14
3.4.1 Caractéristiques et termes relatifs aux propriétés structurelles et dimensionnelles (tous les termes relatifs à la mécanique ont été supprimés au stade DIS) des matériaux bidimensionnels	14
3.4.2 Caractéristiques et termes relatifs aux propriétés chimiques des matériaux bidimensionnels	16
3.4.3 Caractéristiques et termes relatifs aux propriétés électriques et optiques des matériaux bidimensionnels	17
4 Symboles et termes abrégés	17
Bibliographie	18
Index	19

Avant-Propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

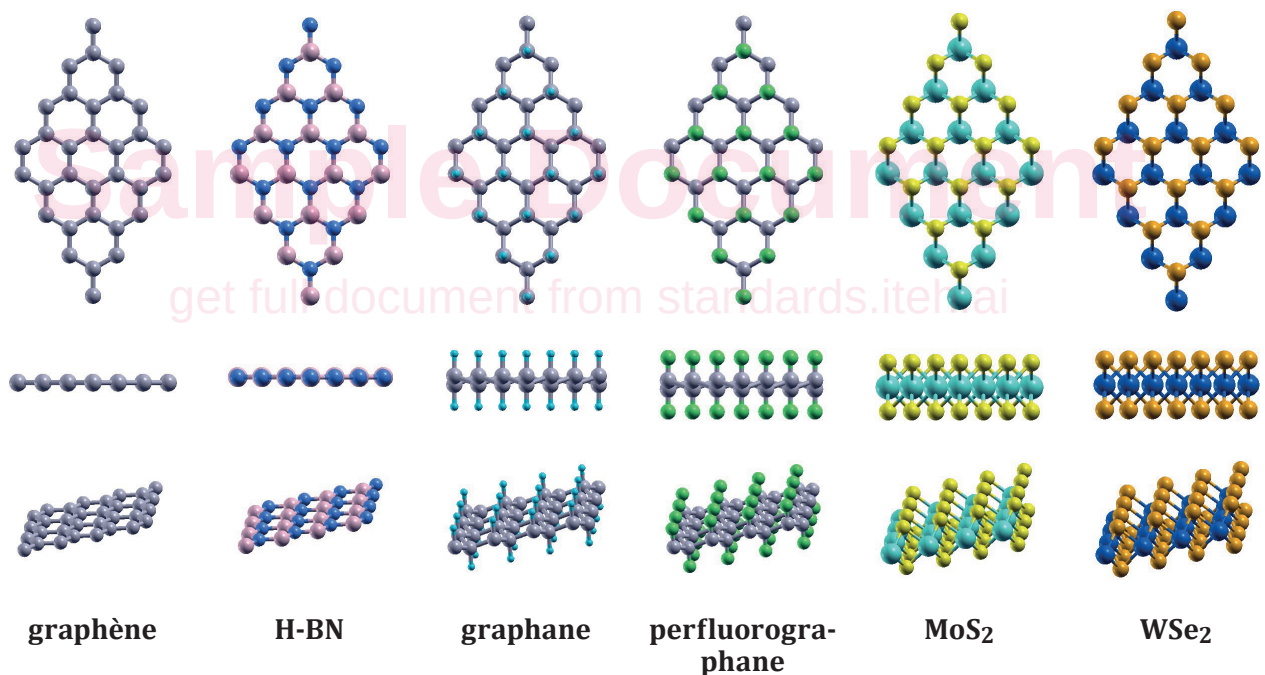
Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: www.iso.org/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 229, *Nanotechnologies*, et le comité technique IEC/TC 113, *Nanotechnologies relatives aux appareils et systèmes électrotechnologiques*.

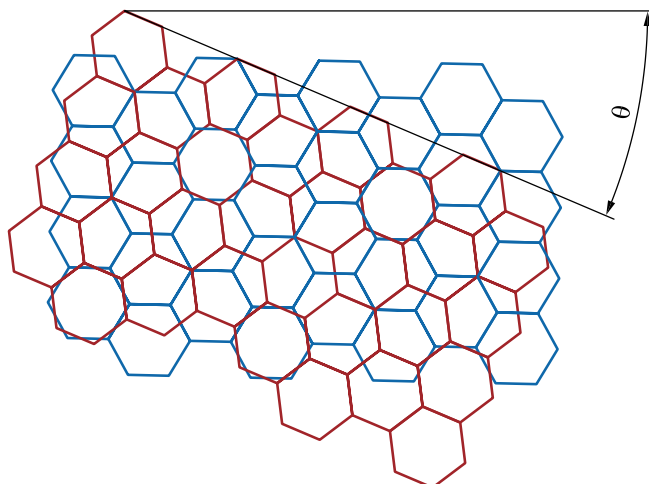
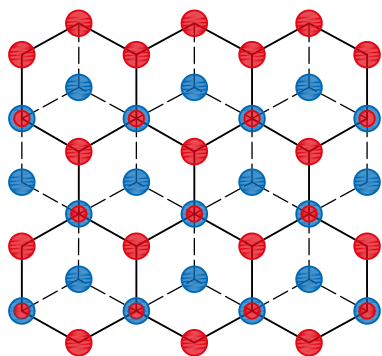
Une liste de toutes les parties de la série ISO 80004 se trouve sur le site Web de l'ISO.

Introduction

Au cours des dix dernières années, le graphène a suscité un intérêt considérable, aussi bien sur le plan scientifique que commercial, grâce aux nombreuses propriétés exceptionnelles qui lui sont associées, telles que la conductivité électrique et thermique. Plus récemment, d'autres matériaux disposant d'une structure similaire à celle du graphène ont également montrés des propriétés prometteuses, comme les versions monocouches et à quelques couches de la nitrure de bore hexagonal (H-BN), du disulfure de molybdène (MoS_2), du diséléniure de tungstène (WSe_2), du silicène et du germanène ainsi que les assemblages en couches de ces matériaux. L'épaisseur de ces matériaux est à l'échelle nanométrique ou inférieure et ils sont constitués d'une ou plusieurs couches. Ces matériaux sont par conséquent appelés matériaux bidimensionnels (2D) étant donné qu'une de leurs dimensions est à l'échelle nanométrique ou inférieure, tandis que les deux autres dimensions sont généralement à des échelles plus grandes. Un matériau à couches est constitué de couches bidimensionnelles empilées et faiblement liées ensemble pour former des structures tridimensionnelles. La [Figure 1](#) montre des exemples de matériaux bidimensionnels et les différentes configurations d'empilement du graphène. Il convient de prendre note qu'en réalité les matériaux bidimensionnels ne sont pas nécessairement plats du point de vue topographique et peuvent avoir une structure courbée. Ils peuvent également former des agrégats et des agglomérats susceptibles d'avoir des morphologies différentes. Les matériaux bidimensionnels constituent un sous-ensemble important des nanomatériaux.

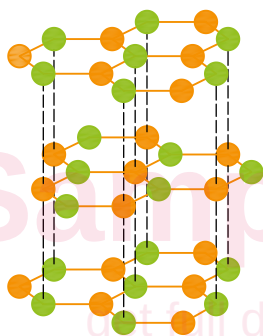


a) Exemples de matériaux bidimensionnels différents constitués d'éléments et de structures différents, représentés par des sphères colorées et des vues de dessus et en coupe

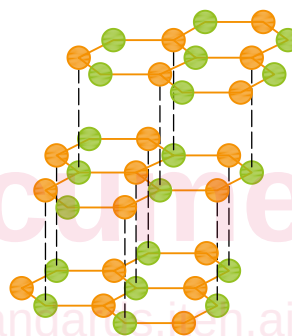


b) Graphène bicouche en empilement de Bernal (3.1.2.6)

c) Graphène bicouche turbostratique ou bicouche désaxé avec un angle d'empilement relatif θ (3.1.2.7)



Tricouche ABA



Tricouche ABC

d) Graphène tricouche (3.1.2.9) en empilement Bernal (AB) (3.4.1.10) et graphène tricouche (3.1.2.9) en empilement rhomboédrique (ABC) (3.4.1.11)

Figure 1 — Exemples de matériaux bidimensionnels et des différentes configurations d'empilement des couches du graphène

Il est important de normaliser au niveau international la terminologie pour le graphène, ses dérivés et les matériaux bidimensionnels connexes, étant donné que le nombre de publications, de brevets et d'organisations ne cessent d'augmenter. Par conséquent, la commercialisation et la vente de ces matériaux dans le monde entier demandent un vocabulaire associé.

Le présent document fait partie d'un vocabulaire constitué de plusieurs parties et traitant des différents aspects des nanotechnologies. Il tire parti des normes ISO/TS 80004-3, ISO/TS 80004-11 et ISO/TS 80004-6 et utilise des définitions existantes dans la mesure du possible.

Nanotechnologies — Vocabulaire —

Partie 13: Graphène et autres matériaux bidimensionnels

1 Domaine d'application

Le présent document énumère les termes et les définitions pour le graphène et les matériaux bidimensionnels (2D) similaires, et inclut les termes relatifs aux méthodes de production, aux propriétés et aux caractérisations.

Le présent document est destiné à faciliter la communication entre différents organismes et membres de la recherche, de l'industrie, d'autres parties intéressées, et leurs interlocuteurs.

2 Références normatives

Le présent document ne contient aucune référence normative.

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

3.1 Termes relatifs aux matériaux

3.1.1 Termes généraux relatifs aux matériaux bidimensionnels

3.1.1.1

matériau bidimensionnel

matériau 2D

matériau constitué d'une ou plusieurs *couches* (3.1.1.5), les atomes de chaque couche étant fortement liés aux atomes voisins sur cette même couche, possédant une dimension, son épaisseur, à l'échelle nanométrique ou inférieure et les deux autres dimensions généralement à des échelles plus grandes

Note 1 à l'article: Le nombre de couches nécessaires pour qu'un matériau bidimensionnel devienne un matériau massif varie en fonction du matériau mesuré et de ses propriétés. Dans le cas des *couches de graphène* (3.1.2.1), il s'agit d'un matériau bidimensionnel d'une épaisseur allant jusqu'à 10 couches pour les mesures électriques,^[10] au-delà desquelles les propriétés électriques du matériau ne sont plus différentes de celles du matériau massif [également connu en tant que *graphite* (3.1.2.2)].

Note 2 à l'article: Une liaison intercouche est distincte et plus faible qu'une liaison intracouche.

Note 3 à l'article: Chaque couche peut contenir plus d'un élément.

Note 4 à l'article: Un matériau bidimensionnel peut être une *nanoplaque* (3.1.1.2).

3.1.1.2

nanoplaque

nano-objet ayant une dimension externe à l'échelle nanométrique et les deux autres dimensions externes significativement plus grandes

Note 1 à l'article: Les dimensions externes les plus grandes ne sont pas nécessairement à l'échelle nanométrique.

[SOURCE: ISO/TS 80004-2:2015, 4.6]

3.1.1.3

nanofeuillet

nanofeuille

nanoplaque ([3.1.1.2](#)) dont les dimensions latérales sont étendues

Note 1 à l'article: Les termes «nanofeuillet» et «nanofeuille» sont utilisés comme des synonymes dans certaines industries.

Note 2 à l'article: Par rapport à une nanoplaque ou à un nanoflocon, un nanofeuillet et une nanofeuille sont plus étendus en termes de longueur et de largeur.

[SOURCE: ISO/TS 80004-11:2017, 3.2.1.1]

3.1.1.4

nanoruban

nanobande

nanoplaque ([3.1.1.2](#)) dont les deux plus grandes dimensions sont significativement différentes l'une de l'autre

[SOURCE: ISO/TS 80004-2:2015, 4.10]

3.1.1.5

couche

matériau discret limité dans une seule dimension, au sein ou à la surface d'une phase condensée

[SOURCE: ISO/TS 80004-11:2017, 3.1.2]

3.1.1.6

point quantique

nanoparticule ou région qui présente un confinement quantique dans les trois directions spatiales

[SOURCE: ISO/TS 80004-12:2016, 4.1]

3.1.1.7

agrégat

particule composée de particules fortement liées ou fusionnées, dont l'aire de la surface externe résultante est significativement plus petite que la somme des aires de surface de chacun des composants

Note 1 à l'article: Les forces assurant la cohésion d'un agrégat sont puissantes, par exemple des liaisons covalentes ou ioniques, ou des forces résultant d'un frittage ou d'un enchevêtrement physique complexe, ou sinon d'anciennes particules primaires combinées.

Note 2 à l'article: Les agrégats sont également appelés particules secondaires et les particules sources initiales sont appelées particules primaires.

[SOURCE: ISO/TS 80004-2:2015, 3.5, modifié – Les Notes 1 et 2 à l'article ont été ajoutées.]

3.1.2 Termes relatifs au graphène

3.1.2.1

graphène

couche de graphène

graphène à couche unique

graphène monocouche

monocouche d'atomes de carbone où chaque atome est lié à trois voisins, dans une structure en nid d'abeilles

Note 1 à l'article: C'est un élément de base important pour beaucoup de nano-objets carbonés.

Note 2 à l'article: Lorsque le graphène possède une couche unique (3.1.1.5), il est parfois appelé graphène monocouche ou bien graphène à couche unique et il est abrégé en 1LG pour le distinguer du *graphène bicouche* (2LG) (3.1.2.6) et du *graphène à quelques couches* (FLG) (3.1.2.10).

Note 3 à l'article: Le graphène possède des bords latéraux et peut avoir des défauts et des joints de grains à l'endroit où la liaison est perturbée.

[SOURCE: ISO/TS 80004-3:2010, 2.11, modifié – Les Notes 2 et 3 à l'article ont été ajoutées.]

3.1.2.2

graphite

forme allotropique du carbone élémentaire, constitué de *couches de graphène* (3.1.2.1) empilées parallèlement les unes aux autres dans un ordre tridimensionnel cristallin à longue portée

Note 1 à l'article: Adaptée de la définition donnée dans l'IUPAC *Compendium of Chemical Terminology*.

Note 2 à l'article: Il existe deux formes allotropiques avec des empilements différents: hexagonale et rhomboédrique.

[SOURCE: ISO/TS 80004-3:2010, 2.12, modifié – La Note 2 à l'article a été ajoutée.]

3.1.2.3

graphane

matériau monocouche constitué d'une feuille bidimensionnelle de carbone et d'hydrogène avec un motif répété de $(CH)_n$

Note 1 à l'article: Le graphane est une forme de graphène totalement hydrogéné avec des liaisons de carbone dans la configuration de liaison sp^3 .

3.1.2.4

perfluorographane

matériau monocouche constitué d'une feuille bidimensionnelle de carbone et de fluor, chaque atome de carbone étant lié à un atome de fluor avec le motif répété de $(CF)_n$

Note 1 à l'article: Le perfluorographane possède des liaisons de carbone dans la configuration de liaison sp^3 .

Note 2 à l'article: Le perfluorographane est parfois appelé «fluorographène».

3.1.2.5

graphène épitaxié

<graphène> *couche de graphène* (3.1.2.1) synthétisée à partir d'un substrat de carbure de silicium

Note 1 à l'article: Le graphène peut être synthétisé par épitaxie à partir d'autres substrats, par exemple Ni(111), mais ces matériaux ne sont pas appelés graphène épitaxié.

Note 2 à l'article: Cette définition spécifique s'applique uniquement dans le champ du graphène. En général, le terme «épitaxié» fait référence à la synthèse épitaxiée d'un film à partir d'un substrat monocristallin.