

---

---

**Nanotechnologies — Vocabulaire —  
Partie 12:  
Phénomènes quantiques dans les  
nanotechnologies**

*Nanotechnologies — Vocabulary —*

*Part 12: Quantum phenomena in nanotechnology*

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO/TS 80004-12:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3941d215-8da4-432b-896e-cde36b270f9d/iso-ts-80004-12-2016>

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO/TS 80004-12:2016](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3941d215-8da4-432b-896e-cde36b270f9d/iso-ts-80004-12-2016)  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3941d215-8da4-432b-896e-cde36b270f9d/iso-ts-80004-12-2016>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2016, 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

<b>Avant-propos</b> .....	<b>iv</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>vi</b>
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Termes décrivant (ou liés à) des concepts quantiques généraux</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes relatifs aux effets quantiques fondamentaux</b> .....	<b>3</b>
<b>4</b> <b>Termes décrivant les effets quantiques qui dépendent de la taille</b> .....	<b>5</b>
<b>5</b> <b>Termes relatifs à l'organisation structurale</b> .....	<b>5</b>
<b>6</b> <b>Termes associés aux effets quantiques</b> .....	<b>6</b>
<b>Annexe A (informative) Termes courants en physique classique et en physique quantique</b> .....	<b>8</b>
<b>Annexe B (informative) Correspondance entre les termes et certaines applications et produits dans le domaine des nanotechnologies</b> .....	<b>9</b>
<b>Annexe C (informative) Index</b> .....	<b>11</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>13</b>

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO/TS 80004-12:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3941d215-8da4-432b-896e-cde36b270f9d/iso-ts-80004-12-2016>

## 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](http://www.iso.org/directives)).

L'attention est appelée 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](http://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 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'OMC concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: [Avant-propos — Informations supplémentaires](http://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5941d215-8da4-452b-896c-cde36b270f9d/iso-ts-80004-12-2016).

L'ISO/TS 80004-12 a été élaborée conjointement par le comité technique ISO/TC 229, *Nanotechnologies*, et le comité technique IEC/TC 113, *Normalisation dans le domaine des nanotechnologies relatives aux appareils et systèmes électriques et électroniques*. Le projet a été distribué aux organismes nationaux membres de l'ISO et de l'IEC pour le vote.

L'ISO/TS 80004 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Nanotechnologies — Vocabulaire*:

- *Partie 1: Termes «cœur»*
- *Partie 2: Nano-objets*
- *Partie 3: Nano-objets en carbone*
- *Partie 4: Matériaux nanostructurés*
- *Partie 5: Interface nano/bio*
- *Partie 6: Caractérisation des nano-objets*
- *Partie 7: Diagnostics et thérapies pour les soins de santé*
- *Partie 8: Processus de nanofabrication*
- *Partie 12: Phénomènes quantiques dans les nanotechnologies*

Les parties suivantes sont en cours d'élaboration:

- *Partie 9: Produits et systèmes électrotechniques nanotechnologiques*

- *Partie 10: Produits et systèmes photoniques nanotechnologiques*
- *Partie 11: Nano-couche, nano-revêtement, nano-film et termes associés*
- *Partie 13: Graphène et autres matériaux bidimensionnels*

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO/TS 80004-12:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3941d215-8da4-432b-896e-cde36b270f9d/iso-ts-80004-12-2016>

## Introduction

Les propriétés uniques des nano-objets et les effets quantiques liés à l'échelle nanométrique sont des aspects importants des nanotechnologies.

Lorsque la taille des matériaux diminue jusqu'à l'échelle du nanomètre, les effets de quantification (quantification de l'énergie, quantification du moment cinétique, etc.) apparaissent et sont principalement dus au confinement des particules dans une, deux ou trois dimensions spatiales (confinement quantique). Cela conduit à l'émergence de nouvelles propriétés et fonctionnalités qui dépendent de la taille et qui sont décrites de manière complète par la mécanique quantique.

Il faut noter que le terme «particule» utilisé dans la présente partie de l'ISO/TS 80004 englobe les points de vue classique et quantique. Au sens classique, une particule est une portion discrète de matière et se rapproche donc du terme «particule» tel qu'il est défini dans l'ISO/TS 80004-2 par «minuscule portion de matière avec des limites physiques bien définies». Du point de vue quantique, les particules sont des objets obéissant aux lois de la mécanique quantique. La description quantique inclut les électrons, les atomes, les molécules, etc., désignés en tant que particules, et des quasi-particules (excitons, phonons, plasmons, magnons, etc.) qui sont des excitations élémentaires ou des quanta d'excitations collectives dans des systèmes de particules en interaction forte.

Bien que les effets quantiques n'apparaissent pas exclusivement à l'échelle nanométrique, la relation entre les nanotechnologies et les effets quantiques, ou des combinaisons de ceux-ci, est importante pour l'identification des produits nanotechnologiques et pour le développement des nanotechnologies.

En ce qui concerne l'origine des termes, les termes relatifs aux effets quantiques sont souvent associés aux noms de ceux qui les ont découverts. De ce fait, ils font souvent l'objet de controverses en matière de préséance. De plus, les phénomènes et effets quantiques peuvent avoir des noms différents dans différents pays.

Les nanotechnologies sont un domaine technologique à évolution rapide et les avancées dans ce domaine sont étroitement liées à la compréhension des effets et phénomènes quantiques. Il est prévu d'ajouter d'autres termes liés aux phénomènes quantiques dans les révisions ultérieures du présent document.

La présente partie de l'ISO/TS 80004 promeut l'utilisation d'un langage commun dans l'industrie des nanotechnologies et la recherche interdisciplinaire dans ce domaine, organise les caractéristiques des nanotechnologies et contribue à la coopération dans le domaine des nanotechnologies et aux échanges commerciaux sur le marché mondial des produits nanotechnologiques.

Certains termes et définitions établis de mécanique quantique ont été regroupés dans l'[Annexe A](#) afin de faciliter la lecture de la présente partie de l'ISO/TS 80004.

# Nanotechnologies — Vocabulaire —

## Partie 12:

# Phénomènes quantiques dans les nanotechnologies

## 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO/TS 80004 donne une liste de termes et définitions applicables aux phénomènes quantiques dans le domaine des nanotechnologies.

Tous ces termes sont importants pour les nanotechnologies, mais il faut noter qu'un grand nombre d'entre eux ne s'appliquent pas exclusivement à l'échelle nanométrique et peuvent également être utilisés dans une certaine mesure pour se référer à des échelles plus grandes.

La liste des termes présentés ne prétend pas assurer une couverture exhaustive de l'ensemble des concepts et phénomènes quantiques dans le domaine des nanotechnologies. Elle couvre les phénomènes reconnus comme importants par de nombreuses parties prenantes issues du monde universitaire, de l'industrie, etc.

La présente partie de l'ISO/TS 80004 est destinée à faciliter la communication entre différents organismes et membres de l'industrie, et leurs interlocuteurs.

(standards.iteh.ai)

## 2 Termes décrivant (ou liés à) des concepts quantiques généraux

ISO/TS 80004-12:2016

2.1 [https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3941d215-8da4-432b-896e-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3941d215-8da4-432b-896e-cde36b270f9d/iso-ts-80004-12-2016)

**longueur d'onde de de Broglie** [cde36b270f9d/iso-ts-80004-12-2016](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3941d215-8da4-432b-896e-cde36b270f9d/iso-ts-80004-12-2016)

longueur d'onde de l'onde associée à toute particule qui rend compte de sa nature ondulatoire conformément à la formule de de Broglie

Note 1 à l'article: La formule de de Broglie est  $\lambda = h/p$ , où  $\lambda$  est la longueur d'onde,  $h$  est la constante de Planck et  $p$  est la quantité de mouvement de la particule.

### 2.2

#### quantification

processus aboutissant à des grandeurs physiques quantifiées

### 2.3

#### quantifié

ayant des valeurs discrètes qui sont des multiples d'une quantité élémentaire

Note 1 à l'article: La quantité élémentaire mentionnée ci-dessus est généralement appelée un quantum de la grandeur physique considérée.

### 2.4

#### cohérence quantique

évolution corrélée de la phase de la fonction d'onde d'un système dans une *superposition quantique* (2.9)

Note 1 à l'article: La décohérence quantique est la perte de cohérence quantique.

## 2.5

### **confinement quantique**

limitation du déplacement d'une particule dans une, deux ou trois dimensions spatiales lorsque la taille d'un système physique est du même ordre de grandeur que la *longueur d'onde de de Broglie* de la particule (2.1)

Note 1 à l'article: Les principales longueurs caractéristiques conduisant à un confinement quantique peuvent être leur longueur d'onde de de Broglie, leur longueur d'onde de Fermi, leur libre parcours moyen, leur rayon de Bohr (pour les excitons) ou leur longueur de cohérence.

Note 2 à l'article: Voir la Référence [2].

## 2.6

### **intrication quantique**

phénomène de mécanique quantique dans lequel les états quantiques de deux particules ou plus sont interdépendants

Note 1 à l'article: Les états quantiques de particules intriquées peuvent être décrits globalement et non en termes d'états individuels des particules.

Note 2 à l'article: Voir les Références [3] et [5].

## 2.7

### **interférence quantique**

superposition cohérente des *fonctions d'onde* (2.14) (états quantiques) d'un système physique

## 2.8

### **nombre quantique**

nombre spécifiant l'une des valeurs discrètes possibles de grandeurs physiques caractérisant des systèmes quantiques

Note 1 à l'article: Certains des nombres quantiques peuvent caractériser la distribution spatiale de la fonction d'onde d'une particule.

Note 2 à l'article: Certains nombres quantiques caractérisent uniquement l'état « interne » de la particule, par exemple, l'amplitude et la direction du spin, etc.

Note 3 à l'article: L'état quantique d'un électron dans un atome est généralement décrit par les quatre nombres quantiques suivants; le nombre quantique principal, le nombre quantique azimutal, le nombre quantique magnétique et le nombre quantique de spin.

Note 4 à l'article: Voir les Références [3], [5], [6] et [7].

## 2.9

### **superposition quantique**

superposition linéaire (ou combinaison linéaire) de *fonctions d'onde* (2.14)

Note 1 à l'article: Le principe de superposition stipule que toute superposition linéaire (ou combinaison linéaire) de fonctions d'onde est également une fonction d'onde possible d'un système physique.

Note 2 à l'article: L'état d'un système physique est défini (ou décrit) à tout moment par une fonction d'onde.

## 2.10

### **effet tunnel quantique**

phénomène observé lorsqu'une particule franchit une barrière de potentiel alors que son énergie totale est inférieure à la hauteur de la barrière

Note 1 à l'article: L'effet tunnel quantique est un *phénomène* purement *quantique* (3.8) car une particule classique ayant une énergie  $E$  ne peut pas franchir une barrière de potentiel de hauteur  $V$  si  $E < V$  puisque, dans ce cas, l'énergie cinétique de la particule serait négative.

Note 2 à l'article: En raison du principe d'incertitude quantique, toute particule subatomique a une certaine probabilité de franchir une barrière d'énergie potentielle.



Note 3 à l'article: Voir les Références [1], [3], et [4].

## 2.11

### quasi-particule

excitation élémentaire (un quantum d'oscillations collectives) dans des systèmes de particules en interaction forte

Note 1 à l'article: Les quasi-particules peuvent comprendre les excitons, les phonons, les plasmons, les magnons, les polaritons, etc.

Note 2 à l'article: Voir les Références [1], [2], [3] et [5].

## 2.12

### qubit

### bit quantique

unité de base d'une *information quantique* (6.8) basée sur un système quantique à deux états qui peut être dans l'un de ses états ou dans une superposition des deux

Note 1 à l'article: Voir les Références [1], [2], [3], [5] et [8].

## 2.13

### plasmon de surface

*quasi-particule* (2.11) correspondant à la *quantification* (2.2) des oscillations de plasma de surface

## 2.14

### fonction d'onde

fonction mathématique qui décrit complètement l'état d'un système quantique et qui contient toutes les informations concernant les grandeurs physiques mesurables du système

Note 1 à l'article: La fonction d'onde, également appelée «vecteur d'état», a la signification d'une amplitude de probabilité et n'est pas directement mesurable.

Note 2 à l'article: L'état d'un système quantique est également appelé «état quantique».

## 3 Termes relatifs aux effets quantiques fondamentaux

### 3.1

#### effet d'Aharonov-Bohm

influence des potentiels électromagnétiques sur une particule située dans une région de l'espace où les champs électrique et magnétique sont nuls

### 3.2

#### transport balistique

régime de déplacement d'une particule sans diffusion se produisant lorsque les longueurs caractéristiques d'un système physique correspondant au chemin du transport sont inférieures au libre parcours moyen (longueur de relaxation de la quantité de mouvement) des particules

### 3.3

#### effet Casimir

attraction mutuelle de corps conducteurs non chargés placés sous vide, due aux fluctuations quantiques du vide

Note 1 à l'article: D'un point de vue macroscopique, l'effet Casimir est négligeable. Toutefois, pour des objets à l'échelle nanométrique, l'effet Casimir devient assez notable et doit être pris en compte lors de la conception de systèmes nano-électromécaniques (NEMS).

Note 2 à l'article: Des forces de Casimir répulsives existent également selon la nature et la géométrie des corps impliqués et selon les conditions expérimentales.

Note 3 à l'article: Voir les Références [3] et [5].

### 3.4 transport cohérent

régime de déplacement d'une particule avec une phase bien définie lorsque les dimensions caractéristiques d'un système physique correspondant au chemin du transport sont inférieures à la longueur de cohérence (longueur de cohérence de phase) des particules

### 3.5 blocage de Coulomb

blocage de l'effet tunnel électronique vers un *point quantique* (4.1) à travers une jonction tunnel, dû à l'exclusion de Pauli et à la répulsion coulombienne des électrons

Note 1 à l'article: Le blocage de Coulomb est une conséquence directe de la quantification de la charge. Cet effet est utilisé pour contrôler le transport électronique dans les transistors à un électron (SET).

Note 2 à l'article: La configuration expérimentale typique d'un blocage de Coulomb est une double jonction tunnel dans laquelle un petit îlot conducteur (*point quantique*) (4.1) est couplé à des contacts métalliques via deux jonctions tunnel[1].

### 3.6 nanomagnétisme

propriétés magnétiques de matériaux nanostructurés ou de dispositifs ayant des composants à l'échelle nanométrique

### 3.7 phénomène à l'échelle nanométrique

effet attribué à la présence de nano-objets ou de régions à l'échelle nanométrique

[SOURCE: ISO/TS 80004-1:2010, 2.13]

Note 1 à l'article: Voir les Références [3] et [4].

### 3.8 effet quantique phénomène quantique

effet physique résultant de la nature quantique des particules, interactions et effets secondaires dans des *quasi-particules* (2.11) d'un système physique, qui disparaît dans la limite classique (de la mécanique quantique à la mécanique classique)

Note 1 à l'article: Les effets quantiques ne sont pas tous observés à l'échelle nanométrique.

Note 2 à l'article: Les phénomènes à l'échelle nanométrique ne sont pas tous dus à des effets quantiques.

### 3.9 effet Hall quantique

version de l'effet Hall en mécanique quantique où la conductance de Hall prend des valeurs discrètes (conductance de Hall quantifiée) qui sont des multiples du quantum de conductance

Note 1 à l'article: Lorsque les multiples sont des nombres entiers, l'effet est appelé «effet Hall quantique entier» et lorsque ce sont des fractions rationnelles, il est appelé «effet Hall quantique fractionnaire».

### 3.10 effet de taille quantique

effet qui apparaît lorsque la taille du système physique entraîne un *confinement quantique* (2.5)

### 3.11 résonance de plasmon de surface

excitation résonante des *plasmons de surface* (2.13) par des champs électromagnétiques externes

## 4 Termes décrivant les effets quantiques qui dépendent de la taille

### 4.1

#### point quantique

nanoparticule ou région qui présente un *confinement quantique* (2.5) dans les trois directions spatiales

Note 1 à l'article: Voir les Références [1], [2], [3], [5] et [8].

### 4.2

#### puits quantique

puits de potentiel permettant le *confinement quantique* (2.5) de particules dans une seule dimension

Note 1 à l'article: Ce terme est parfois utilisé pour des conditions plus générales qu'une seule dimension.

### 4.3

#### fil quantique

système physique conducteur quasi-unidimensionnel dans lequel les particules peuvent se déplacer librement dans une seule direction et subissent un *confinement quantique* (2.5) dans les deux autres directions

## 5 Termes relatifs à l'organisation structurale

### 5.1

#### cristal photonique

matériau dont la structure produit des *bandes photoniques interdites* (5.2) et qui est caractérisé par une variation périodique de l'indice de réfraction dans les directions de l'espace

Note 1 à l'article: Voir les Références [1], [2], [3] et [8].

### 5.2

#### bande interdite photonique

plage spécifique de longueurs d'onde de la lumière ayant n'importe quelle polarisation, pour laquelle la propagation de la lumière ayant une longueur d'onde comprise dans cette plage est interdite dans toutes les directions

### 5.3

#### hétérostructure quantique

structure constituée de deux matériaux différents, ou plus, dans laquelle les couches de transition (couches actives) peuvent entraîner un *confinement quantique* (2.5)

Note 1 à l'article: Certains *points quantiques* (4.1),  *fils quantiques* (4.3), *puits quantiques* (4.2) et *super-réseaux* (5.4) sont des cas spécifiques d'hétérostructures quantiques.

Note 2 à l'article: Les hétérostructures quantiques sont généralement produites par des techniques de dépôt physique et chimique.

### 5.4

#### super-réseau

structure solide qui, outre le potentiel périodique cristallin, présente un potentiel supplémentaire dont la période est beaucoup plus grande que celle du réseau cristallin

Note 1 à l'article: La structure solide est généralement constituée d'une alternance de couches de différents matériaux d'épaisseur similaire ayant une périodicité supérieure à celle du réseau cristallin des couches individuelles.

Note 2 à l'article: Voir les Références [3] et [5].