

Glossaire

accélérateur de particules: machine destinée à produire, mettre en forme et accélérer un faisceau de particules chargées vers des cibles ou d'autres faisceaux de particules accélérées. Elle peut utiliser des forces d'accélération électrostatiques (Van de Graaff, tandem) ou électromagnétiques (cyclotrons, accélérateurs linéaires, synchrotrons).

accéléromètre : dispositif de mesure de l'accélération.

acide aminé: molécule organique de construction des protéines, contenant un groupement amine ainsi qu'un groupement carboxylique.

adiabatique: se dit des transformations qui s'effectuent sans échange de chaleur avec l'extérieur.

ADN: acide désoxyribonucléique, support de l'information génétique au sein de la cellule vivante.

adsorption: rétention souvent sélective d'un gaz ou d'un liquide par la surface d'un solide. **Désorption:** phénomène inverse.

agitation thermique: mouvement continuel, directement corrélé à la température, dont sont animés atomes et molécules.

agrégats: grains de matière composés d'un très petit nombre d'atomes "collés" les uns aux autres par des forces plus ou moins faibles.

aimant: matière au champ magnétique rémanent significatif et au champ coercitif élevé.

aimant permanent: aimant dont le champ magnétique est généré de manière durable en l'absence d'influence extérieure.

aimantation: manifestation des différents types de magnétisme ayant pour origine les **moments magnétiques** microscopiques des **électrons** au sein de la matière: sommation de ces moments selon une direction donnée; permanente (aimant) ou induite par un champ magnétique extérieur ou un courant (induction). Son intensité M est reliée au champ magnétique B et à son excitation H par la relation: $B = \mu_o (H+M)$, où μ_o est la perméabilité du vide, multipliée par une perméabilité relative dans un milieu. $Stricto\ sensu$, moment magnétique par unité de volume.

aimantation à saturation : limite à laquelle l'aimantation d'un matériau ferromagnétique n'augmente plus avec l'augmentation de l'excitation magnétique. Voir Mémo A.

algorithme: enchaînement des opérations logico-mathématiques et règles opératoires nécessaires à l'accomplissement d'un calcul.

alliage (métallique): matériau obtenu en incorporant un ou plusieurs éléments à un métal de base.

amorphe: état caractérisé par l'absence d'ordre dans la répartition des particules de matière, par opposition à l'état cristallin.

anisotropie: caractéristique d'un corps dont les propriétés varient suivant la direction (*ant.* **isotropie**).

ARN: l'acide ribonucléique intervient dans la réplication de l'information de l'**ADN** en particulier l'*ARN messager*, copie de l'ADN qui spécifie la séquence d'acides aminés d'une protéine.

ASIC: (Application-Specific Integrated Circuit) composant électronique aux fonctions "sur-mesure".

atome: constituant de base de la matière ordinaire, composé d'un noyau (neutrons et protons) autour duquel gravitent des électrons.

attraction coulombienne: force d'attraction entre deux charges électriques de signes opposés.

bar (unité de pression) : 1 bar = 10^5 **Pa** (le **pascal** est l'unité légale).

bit: unité élémentaire d'information, pouvant prendre deux valeurs généralement notées 0 et 1; **mégabit:** 10⁶ bits; **térabit:** 10¹² bits.

bobine, **bobinage**: fil conducteur électrique enroulé de façon à créer par **induction** un **champ magnétique**.

BOLD: (Blood Oxygen-Level Dependent contrast) contraste **IRM** sensible à l'oxygénation du sang, qui reflète indirectement l'activité **neuronale**. Voir **Mémo C**.

calcul ab initio: calcul à partir de données théoriques, sans modèles simplificateurs, et censé être totalement prédictif.

caméra à positons: utilisée en imagerie médicale pour détecter les photons d'annihilation des émetteurs de positons comme le fluor 18.

cantilever: dispositif suspendu en porte-à-faux.

chaleur spécifique : quantité d'énergie nécessaire pour élever la température de 1 gramme de matière de 1 °C.

champ coercitif: champ magnétique nécessaire pour faire évoluer l'aimantation d'un matériau ferromagnétique. Voir Mémo A.

champ de fuite : champ magnétique rayonné par un appareillage électrique.

champ magnétique: champ de force défini en intensité et en direction résultant du déplacement de charges électriques. S'exprime en ampère par mètre (A/m) ou en œrsted (Oe).

champ rémanent : champ magnétique persistant dans un matériau en l'absence d'**excitation**.

chaotique: qualifie un phénomène déterministe mais qui présente une forte *sensibilité aux conditions initiales* et une propriété de *récurrence* qui le rend pratiquement imprédictible.

CMOS: (Complementary Metal Oxide Semiconductor) technologie la plus utilisée en microélectronique pour le développement à partir de transistors à effet de champ de type MOS de circuits logiques à très haut degré d'intégration et à basse consommation. BiCMOS (pour Bipolar-CMOS) : circuit CMOS fortement intégré à grande vitesse de traitement.

coalescence: phénomène par lequel deux objets ou substances identiques, mais dispersés (par exemple, deux gouttes) ont tendance à se réunir.

cognitif, cognitive: relatif à la connaissance, à ses fonctions et à ses mécanismes (perception, langage, mémoire, raisonnement, etc.).

composite: matériau formé par l'assemblage de plusieurs matériaux et qui présente des propriétés que ces derniers ne possèdent pas isolément.

conductance: intensité de courant divisée par une différence de potentiel. Inverse de la résistance, elle est égale à l'intensité divisée par le potentiel électrique. Unité: le siemens (S). La transconductance est cette intensité par unité de longueur (S/m).

conduction électronique ou **ionique** : phénomène par lequel un **électron** ou un **ion** se déplace dans un matériau.

conductivité électrique : caractérise la capacité de **conduction** électrique d'un matériau. S'exprime en **siemens** par unité de longueur.

confinement magnétique: avec le confinement inertiel, l'une des deux grandes méthodes de confinement d'un plasma d'éléments légers afin de créer les conditions de leur fusion.

convection: ensemble des mouvements d'un fluide sous l'effet de gradients de densité, de température ou de pression. Contribue au transport de la chaleur.

convolution: opération mathématique consistant à combiner deux séries de signaux afin d'en obtenir une troisième, continue et de même dimensionnalité.

cortex: couche externe d'un tissu organique, plus particulièrement du cerveau. Le cortex cérébral, constitué d'une couche de **substance grise** située à la surface des hémisphères contenant les corps cellulaires de **neurones**, est le siège des fonctions les plus élevées.

courants de Foucault: courants électriques induits qui prennent, par exemple, naissance dans une masse conductrice en mouvement dans un champ magnétique constant ou dans un solide métallique immobile soumis à une variation de champ magnétique. Ils sont donc une conséquence de la variation de l'induction au sein du matériau en fonction du temps (rot E = -dB/dt et $J = \sigma E$).

covalent: qui participe à la liaison chimique de deux **atomes** par la mise en commun d'**électrons**.

cristal: assemblage d'**atomes**, d'**ions** ou de **molécules** régulièrement répartis de façon périodique dans les trois directions.

croissance cristalline: élaboration d'un **cristal** par agrégation continue d'**atomes** à un *germe*.

cryogénique: littéralement "produisant du froid", par extension "en rapport avec les basses températures". L'oxygène liquide et l'**hydrogène** liquide, par exemple, sont respectivement maintenus à -183 °C (90 **K**) et -253 °C (20 K).

cryostat: dispositif permettant de maintenir une température très basse, généralement grâce à la circulation d'un gaz liquéfié.

cryomagnétisme : magnétisme s'exerçant dans des conditions de très basses températures nécessaires pour amener des **aimants** à l'état **supraconducteur**.

cycle d'hystérésis: voir Mémo A.

dalton: unité de masse (**Da**) correspondant à la masse d'un **atome** d'**hydrogène**, soit $1,66\cdot10^{-24}\,\mathrm{g}$.

densité de courant : intensité de courant délivrée par unité de surface de la section droite d'un conducteur (A/cm²).

diffraction de rayons X: méthode d'étude de la structure de corps se présentant sous forme de cristaux, la longueur d'onde des rayons X étant de l'ordre de grandeur des distances internucléaires, suffisamment petite pour produire des diffractions par ces plans, plus ou moins denses.

diffusion de neutrons: technique d'analyse en temps réel des processus réactionnels, utilisant une source à haut flux de neutrons; très peu absorbés par nombre de matériaux, et un détecteur couvrant un grand domaine angulaire.

dipôle magnétique: source magnétique quasi-ponctuelle créée par le mouvement d'une charge électrique dans une boucle fermée et dont le moment magnétique est perpendiculaire à cette boucle. Système magnétique le plus simple.

discret: discontinu (discrétiser consiste à séparer).

divalent: se dit d'un atome pouvant former deux liaisons.

doux: matériau ferromagnétique à cycle d'hystérésis étroit (faible champ coercitif) dont l'aimantation à saturation est inférieure à 1 tesla. Voir Mémo A.

dur: matériau ferromagnétique à cycle d'hystérésis large et dont l'aimantation à saturation est supérieure à 1 tesla. Voir Mémo A.

dynamique moléculaire: méthode consistant à simuler les mouvements des atomes au sein des systèmes moléculaires en appliquant les lois de la mécanique classique afin de prévoir l'évolution de leur configuration spatiale. Ces mouvements correspondent à des vibrations autour d'un minimum ou au passage d'un minimum d'énergie à un autre. Donne accès à des propriétés structurales et à des grandeurs thermodynamiques.

effet dynamo: effet auto-entretenu par lequel l'énergie mécanique est spontanément convertie en énergie **électromagnétique**.

effet Hall: découvert par Edwin H. Hall, il consiste en l'apparition d'une tension sur les faces latérales du barreau en matériau conducteur ou semi-conducteur, perpendiculairement au sens de passage d'un courant qui le traverse, si un champ magnétique lui est appliqué. Cette tension est proportionnelle au champ et au courant, et augmente par paliers, ce qui en traduit le caractère quantique. Le capteur à effet Hall exploite cet effet.

effet Joule : dégagement de chaleur lié à la **résistance** d'un conducteur au passage du courant électrique.

effet Josephson: effet qui se manifeste dans une jonction (jonction Josephson) établie entre deux électrodes supraconductrices en les séparant par une couche d'isolant assez mince pour que les paires d'électrons puissent la traverser par effet tunnel.

effet tunnel: effet de type quantique qui peut permettre à une particule (proton, électron) n'ayant pas, selon la physique classique, assez d'énergie pour surmonter une barrière de potentiel donnée, de la franchir, la fonction d'onde associée à cette particule n'étant pas nulle de l'autre côté de la barrière. Il peut permettre à deux protons de circonvenir leur répulsion électrique à des vitesses relatives plus basses que celles qu'indique le calcul classique.

effet Zeeman: effet qui apparaît dans certains atomes soumis à un champ magnétique, des raies spectrales (niveaux d'énergie) caractéristiques se scindant en plusieurs sous-niveaux (niveaux Zeeman) décalés en fréquence et polarisés dont l'écart (transition Zeeman) est proportionnel à l'intensité du champ ambiant.

électrode: élément conducteur (anode ou cathode), remplissant des fonctions d'émission, de captation ou de commande, par un champ électrique, des électrons ou des ions.

électroaimant : dispositif qui génère un **champ magnétique** par la circulation d'un courant électrique.

électro-encéphalographie: mesure de l'activité cérébrale par le biais des variations du potentiel électrique à la surface du crâne.

électromagnétisme : interaction des **champs magnétique** et électrique.

électron : particule élémentaire (*lepton*) chargée négativement.

électron de conduction : voir semi-conducteur.

électron libre : électron, non associé de façon rigide à la structure d'un **atome** ou d'une **molécule** et se mouvant librement sous l'influence d'un champ électrique.

électronvolt: (**eV**) unité d'énergie correspondant à l'énergie acquise par un **électron** accéléré par un potentiel de 1 volt, soit 1 eV = 1,602·10-19 **joule**. Principaux multiples : le **keV** (10³ eV), le **MeV** (106 eV) et le **GeV** (10° eV).

électrostatique: branche de la science qui traite des charges électriques au repos et de leurs interactions. Effet-: ne mettant en jeu que des forces coulombiennes.



élément : atome défini par le nombre de ses électrons (numéro atomique). élément léger : dont le numéro atomique est inférieur ou égal à 5 (hydrogène, hélium, lithium, béryllium, bore).

emu: electromagnetic unit (1 A/m² = 10^3 emu).

entropie: quantité, exprimée en **joule** par **kelvin**, dont le changement est égal à la chaleur apportée à un système par un processus réversible et à température constante divisée par cette température. Mesure le degré de désordre du système.

enzyme: substance de nature **protéique** qui active en la **catalysant** une réaction biochimique.

épitaxie par jets moléculaires: technique de dépôt physique, développée initialement pour la croissance cristalline des semiconducteurs mais qui s'est étendue à des métaux et à des isolants, fondée sur l'évaporation des différents constituants purs du matériau à élaborer dans une enceinte où est maintenu un vide poussé. Un ou des jets thermiques d'atomes ou de molécules réagissent sur la surface propre d'un substrat monocristallin, placé sur un support maintenu à haute température qui sert de trame pour former un film épais de quelques plans d'atomes.

excitation coercitive (de **démagnétisation**): excitation qu'il faut produire pour démagnétiser un matériau.

excitation magnétique (ou champ): rapport de l'induction sur la perméabilité (celle du vide, μ_0 , vaut $4\pi 10^{-7}$ A/m). Noté H et exprimé en ampère/mètre ou en œrsted (1 A/m = 4π /10³ Oe), il mesure un champ magnétique en un point de l'espace.

exothermique: qui s'accompagne d'un dégagement de chaleur.

ferrite : (au masculin) : oxyde mixte d'un métal et de fer III de faible densité, de composition Fe_2O_3XO , où X est un métal **divalent** comme le cobalt, le nickel, le manganèse ou le zinc. Au féminin, désigne le fer α , phase stable du fer pur, **ferromagnétique** à basse température. Voir **Mémo A**.

flux (d'induction) magnétique: mesure de l'induction magnétique, exprimée en webers (Wb). Lorsqu'un champ magnétique d'induction B (en teslas) traverse une surface S (en m²) avec un angle θ , le flux est égal à : $\phi = B \cdot S \cdot \cos \theta$.

fonction d'onde: en physique **quantique**, amplitude de probabilité de présence d'une particule, formulée par l'équation de Schrödinger.

force de Laplace: force qui s'exerce sur un fil conducteur (\vec{l}) dans lequel passe un courant électrique (I), dans un **champ magnétique** (\vec{B}) et qui s'exprime selon la formule $d\vec{F} = I \cdot d\vec{l} \wedge \vec{B}$. Elle résulte de l'équilibre **électrostatique** des charges du fil conducteur en réaction au champ extérieur. Son travail, contrairement à la **force de Lorentz** dont elle constitue la partie électrostatique à l'échelle macroscopique, peut être non nul.

force de Lorentz: force qui agit sur les champs électriques en mouvement; désigne la force électromagnétique \vec{F} (exprimée en newton) en fonction de la charge q de la particule chargée (en coulomb), du champ électrique \vec{E} (en volt/m), de la vitesse \vec{v} de la particule (en m/s) et du champ magnétique \vec{B} (en tesla), selon la formule $\vec{F} = q\vec{E} + q\vec{v} \wedge \vec{B}$. Le travail de la partie magnétique de la force de Lorentz est toujours nul. Dans le cas particulier de l'absence de champ électrique, il s'agit de la force de Laplace. Une particule chargée se déplaçant dans un champ est soumise à la force de Lorentz, proportionnelle à sa charge, à sa vitesse et au champ, et dont la direction est perpendiculaire à la vitesse et au champ.

fusion (thermonucléaire): réaction par laquelle de petits noyaux atomiques se combinent à haute température pour former de plus gros noyaux possédant une masse plus faible que la somme des masses des premiers, la différence étant convertie en énergie selon la loi d'équivalence d'Einstein $E = mc^2$.

gamma: ancienne unité d'intensité de **champ magnétique** sousmultiple de l'**œrsted** (1 γ = 10⁻⁵ 0e) ; 1 γ = 10⁻⁵ **gauss**; 1 gamma équivalant à 1 **nanotesla** (**nT**).

gauss: unité d'induction magnétique (1 G = 10-4 T) (1 G = 1 maxwell/cm²).

gaz rares: éléments de la colonne 18 de la classification de Mendeleïev (hélium, néon, argon, krypton, xénon et radon) présents en faible quantité dans l'air et qui se caractérisent par l'absence d'activité chimique, leur couche électronique externe étant saturée.

grain : cristallites élémentaires dont la structure **cristalline** d'un matériau, en particulier un métal, est formée.

granulométrie: mesure des dimensions et détermination de la forme des grains des produits pulvérulents ou en suspension.

gravité: phénomène par lequel un corps massif comme la Terre attire d'autres corps. Il relève de la gravitation qui fait que deux corps s'attirent mutuellement en fonction de leur masse, par le biais d'une particule hypothétique, le graviton.

grenat: silicate complexe; mélange de silicates de divers métaux.

guide d'onde: dispositif destiné à guider une ou des ondes électromagnétiques entre deux points (peu éloignés) avec un minimum de pertes d'énergie par rayonnement.

gyromagnétique: qualifie une quantité reliée à la **précession** autour de la direction d'un **champ magnétique**.

harmoniques sphériques: fonctions sphériques utilisées en mathématiques dès qu'intervient la notion d'orientation (anisotropie) et donc de rotation, une fonction harmonique étant caractérisée par un *laplacien* (opérateur différentiel égal à la somme de toutes les deuxièmes dérivées partielles non mixtes d'une variable dépendante) nul.

hélium: l'élément (He) le plus léger après l'hydrogène. Son noyau est composé de deux protons et de deux neutrons pour l'hélium 4. Celui de l'isotope le plus rare (l'hélium 3) n'a qu'un neutron. Liquide à 4,22 K, l'hélium 4 est superfluide à 2,17 K.

hémoglobine: principal composant des globules rouges, elle est constituée de quatre sous-unités composées d'un **atome** de fer coordiné par une porphyrine (hème), une chaîne **protéique** et éventuellement une petite **molécule** comme CO, NO, ou O_2 . Lorsque l'oxygène se lie au fer, se forme l'oxyhémoglobine qui devient, après relâchement de l'oxygène, de la **déoxyhémoglobine**.

hertz: unité de fréquence (Hz), égale à un cycle par seconde, d'un phénomène alternatif. Parmi les principaux multiples, le mégahertz (1 MHz = 106 Hz) et le gigahertz (1 GHz = 109 Hz).

hydrogène: élément chimique (H) à trois isotopes dont l'un est un atome simplement formé d'un proton et d'un électron, les autres étant le deutérium et le tritium.

hyperfréquences: partie du spectre des fréquences hertziennes égales ou supérieures à 3 000 **MHz** (3 GHz).

inductance: quotient du flux d'induction à travers un circuit créé par le courant traversant ce circuit, par l'intensité de ce courant (en ampères). S'exprime en henrys (H). Par extension, tout circuit ou dipôle électrique qui présente une certaine valeur d'inductance, généralement une bobine appelée self par abus de langage.

induction: production d'une différence de potentiel aux bornes d'un conducteur soumis à un **champ électromagnétique** variable.

induction magnétique: champ magnétique total créé dans un corps magnétique placé dans un champ externe. C'est le produit du champ par la perméabilité. Notée B, s'exprime en teslas, en gauss ou en webers/m². Dans la matière aimantée, il s'agit d'un moment magnétique; dans un conducteur, d'une densité de courant.

interaction de Coulomb ou coulombienne: interaction électrique attractive pour deux particules de charges opposées et répulsive dans le cas inverse. Elle se manifeste avec deux intensités différentes: à l'intérieur des noyaux, la force répulsive entre deux protons, de l'ordre du MeV, s'efface devant l'interaction forte qui assure la cohésion du noyau; à large distance, la force de répulsion gouverne l'interaction avec une énergie de l'ordre de l'eV.

ion: atome qui a perdu ou gagné un ou plusieurs électrons et se trouve ainsi électriquement chargé.

ionisation: état de la matière où les électrons sont séparés des noyaux; processus par lequel les ions sont produits, par collision avec des atomes ou des électrons (ionisation collisionnelle) ou par interaction avec un rayonnement électromagnétique (photo-ionisation).

isotopes: formes d'un même élément chimique dont les noyaux possèdent un nombre de protons et un nombre d'électrons identiques mais un nombre de neutrons différent.

isotope stable : isotope non radioactif d'un élément donné.

ischémie: diminution d'apport sanguin artériel à un organe entraînant une baisse de l'oxygénation de ses tissus.

joint de grains : défaut qui délimite deux **cristaux** d'orientations différentes dans un matériau.

jonction Josephson: jonction entre deux électrodes supraconductrices établie en les séparant par une couche d'isolant assez mince pour que les paires d'électrons puissent la traverser par effet tunnel (jonction tunnel).

jonction tunnel magnétique: barrière tunnel non magnétique placée entre deux couches métalliques ferromagnétiques. Voir Mémo A.

joule: unité (J) du travail produit par une force de 1 **newton** dont le point d'application se déplace de 1 m dans la direction de la force: $1 J = 2,778 \cdot 10^{-7}$ kilowattheure. Parmi les multiples, le **mégajoule** (10^6 J) et le **gigajoule** (10^9 J).

kelvin: unité de température (symbole **K**). L'échelle kelvin a un seul point fixe qui est par convention la température thermodynamique du point triple de l'eau (où coexistent les phases solide, liquide et vapeur) à 273,16 K, soit 0,01°C. Le zéro kelvin ("zéro absolu") correspond à une agitation **moléculaire** nulle. Le **millikelvin** vaut 10⁻³ K.

large bande: qualifie une bande passante utilisant plusieurs canaux ou, dans un réseau, une bande à haut voire très haut débit (plusieurs mégabits/seconde au minimum).

ligand: molécule pouvant se lier à une autre, en particulier molécule organique capable de se lier avec sélectivité et haute affinité à un *récepteur* biologique. Molécule ou **ion** unis à l'atome central d'un **complexe** par une liaison de **coordination**.

lignes de champ (magnétique) ou lignes de force : lignes imaginaires indiquant l'intensité et la direction d'un champ magnétique et le long desquelles se meuvent les particules chargées.

lithographie: (ou photolithographie) procédé qui assure la définition des motifs des *circuits intégrés*. L'opération consiste en l'exposition *via* une optique réductrice d'une résine photosensible à des particules énergétiques, depuis les **photons** ultraviolet (UV) actuellement utilisés jusqu'aux **électrons** en passant par les photons X et les **ions**, au travers d'un masque représentant le circuit. La **résolution** est en première approximation directement proportionnelle à la longueur d'onde du rayonnement utilisé. L'image est transférée sur l'empilement de couches isolantes ou conductrices déposées précédemment sur une plaquette de matériau **semi-conducteur**, en général de **silicium**.

lithosphère: partie superficielle et rigide de la matière constituant les astres telluriques. Pour la Terre, elle est constituée de la croûte et de la partie superficielle du manteau supérieur.

loi de Gauss: loi que suit, en statistique, la distribution d'une variable aléatoire et dont la représentation dessine une courbe en cloche (courbe de Gauss).

loi de Lentz: loi qui définit la force électromotrice (fem) qui apparaît dans un solénoïde dont s'approche un aimant. L'aimant crée un flux φ dans le **bobinage** et son déplacement provoque une variation $d\varphi$ de ce flux qui induit une fem dont la valeur est $e = -d\varphi/dt$. Le courant induit s'oppose ainsi par ses effets à sa cause.

loi d'Ohm: loi qui relie l'intensité du courant électrique traversant un **dipôle** à la tension: la différence de potentiel ou tension U (en volts) aux bornes d'un consommateur de résistance R (en ohms) est proportionnelle à l'intensité du courant électrique I (en ampères) qui le traverse. La loi se généralise au cas des courants sinusoïdaux en utilisant les notations complexes. La loi d'Ohm s'écrit alors:

 $\underline{U} = \underline{Z}.l$ avec \underline{Z} : impédance complexe du dipôle considéré, qui peut être constitué de dipôles linéaires (résistances, condensateurs et **inductances**).

macromolécule : molécule dont la masse dépasse les milliers de daltons (protéines, acides nucléiques).

magnétohydrodynamique: (MHD) théorie analogue à l'hydrodynamique pour les fluides neutres qui permet d'étudier le comportement aux grandes échelles d'un fluide conducteur, métal liquide ou plasma.

magnétomètre: appareil de mesure du module d'un champ magnétique (-scalaire), de l'une de ses composantes (- vectoriel) ou de ses trois composantes (- triaxial). Parmi les plus précis figurent les appareils de type Squid (Superconducting Quantum Interference Device) qui utilisent l'effet Josephson. Des magnétomètres de type fluxmètre peuvent les dépasser en sensibilité.

magnétorésistance géante (en anglais GMR, pour Giant Magneto-Resistance): effet quantique observé dans les structures de films minces composées d'une alternance de couches ferromagnétiques et de couches non magnétiques. Elle se manifeste sous forme d'une baisse de la résistance observée sous l'application d'un champ magnétique externe: à champ nul, les deux couches ferromagnétiques adjacentes ont une aimantation antiparallèle car elles subissent un couplage ferromagnétique faible. Sous l'effet d'un champ externe, les aimantations respectives des deux couches s'alignent et la résistance de la multicouche décroît brutalement.

Les **spins** des **électrons** du métal non magnétique se répartissent équitablement de façon parallèle et antiparallèle, et subissent ainsi une diffusion magnétique moins importante lorsque les couches ferromagnétiques sont aimantées de façon parallèle. Voir **Mémo A**.

magnétorésistance « tunnel » (en anglais TMR, pour Tunneling Magneto-Resistance): propriété de deux matériaux ferromagnétiques séparés par une fine membrane isolante (~ 1 nm). La résistance électrique opposée au passage du courant par effet tunnel d'un matériau à l'autre au travers de la couche isolante varie alors en fonction de l'orientation relative des deux couches magnétiques, la résistance étant généralement maximale dans un alignement antiparallèle. Effet à la base des mémoires magnétiques MRAM et des lecteurs de disques durs. Voir Mémo A.

magnétorésistif: dont la résistance électrique varie en fonction d'un champ magnétique.

magnétosphère: région de l'espace où le champ magnétique d'une planète domine celui du vent solaire, la protégeant des particules ionisées qui le constituent. Pour la Terre, elle se situe au-delà de l'ionosphère, à partir d'un millier de kilomètres de la surface, et s'étend jusqu'à la magnétopause qui la sépare de l'espace interplanétaire.

magnétostatique : étude des phénomènes dans lesquels le champ magnétique considéré est statique.



magnétostriction: propriété (piézomagnétisme) qu'ont les matériaux ferromagnétiques de se déformer sous l'effet d'un champ magnétique. Voir Mémo A.

Lorsque le matériau est magnétisé à saturation, la déformation maximale produite par ce phénomène est généralement de l'ordre du μm par cm de matériau. Les matériaux ferromagnétiques exhibent aussi un effet magnétostrictif inverse (terres rares).

masse froide: dans une installation cryogénique, ensemble des parties à refroidir (aimants supraconducteurs, par exemple) et des enceintes contenant le fluide cryogénique (hélium liquide, par exemple).

masse volumique: rapport de la masse m d'une substance à un volume V de celle-ci (s'exprime en kg.m 3).

maxwell: unité (symbole M) de flux (d'induction) magnétique valant 10-8 weber, notamment utilisée pour des flux de faible valeur.

mémoire M(D)RAM (Magnetic (Dynamic) Random Access Memory): mémoire **magnétique** à accès aléatoire.

MEMS (*Micro Electro Mechanical System*): système électromécanique microscopique.

métabolisme: ensemble des processus chimiques qui se produisent dans les organismes vivants et dans chaque cellule.

métabolite: substance organique formée au cours des processus **métaboliques** (synthèse ou dégradation) ou qui y participe.

métalloïdes: éléments aux propriétés intermédiaires entre celles des *métaux* et celles des *non-métaux*. La plupart sont semi-conducteurs (bore, silicium, germanium, arsenic, antimoine, tellure et polonium).

métastable (état atomique) : se dit d'un **atome** qui peut demeurer un certain temps à des niveaux d'énergie proches du niveau fondamental mais isolés du point de vue **spectroscopique** (transition radiative vers le niveau fondamental interdite).

métaux de transition: famille des 30 éléments de numéro atomique 21 à 30, 39 à 48 et 71 à 80, parmi lesquels le manganèse, le fer, le cobalt, le nickel, le chrome, le platine, etc.

microfluxgate: magnétomètre basé sur le principe du fluxgate ou « porte de flux » qui exploite l'hystéresis de matériaux magnétiques doux. La partie sensible du système (réalisée sur substrats de silicium par fabrication collective) est constituée de bobines en cuivre enroulées autour de noyaux ferromagnétiques en Permalloy: une première série de bobines excite ces noyaux avec un champ magnétique connu venant se superposer au champ magnétique ambiant, et une seconde permet d'observer leur réponse à cette excitation et de remonter ainsi à une mesure du champ ambiant suivant l'axe bobine-noyau. Ce type de magnétomètre nécessite une électronique composée d'une détection synchrone qui mesure les harmoniques de l'excitation créées par la présence du champ à mesurer et réinjecte le champ mesuré au sein du matériau ferromagnétique à travers des bobines, afin de le ramener à champ ambiant nul. Voir Mémo A.

microgravité : gravité résiduelle extrêmement faible comparée à l'accélération de la pesanteur, terrestre en particulier.

micromètre (ou micron): 1 µm = 10-6 mètre.

micromolaire: relatif au millionième de mole, la mole étant l'unité de quantité de matière (symbole mol) d'un système contenant autant d'entités élémentaires qu'il y a d'atomes dans 0,012 kg de carbone 12. M = mole/litre. S'utilise pour les mesures de concentration.

microscopie à force atomique: méthode de microscopie basée sur la mesure de la force ou du gradient de force dans les trois plans de l'espace entre une sonde (dont l'extrémité est formée de quelques atomes) et une surface solide. La sonde en forme de pointe effilée est fixée à une mince lame qui fait office de ressort dont la flexion est mesurée par la déviation d'un faisceau laser, un ordinateur permettant de visualiser les données.

microscopie à force magnétique (MFM): technique de microscopie qui détecte des variations spatiales de champ magnétique avec une résolution inférieure au micromètre. Une très fine pointe aimantée, montée à l'extrémité d'un bras de levier en silicium, est déplacée au dessus de la surface de l'échantillon à analyser. Le champ émanant de cette surface exerce une force sur la pointe qui entraîne une déformation du levier, mesurée au moyen de capteurs optiques ou piézorésistifs. La force d'interaction entre la pointe et le matériau renseigne sur l'état magnétique de sa surface. Méthode particulièrement adaptée à l'étude des distributions d'aimantation dans les nanostructures magnétiques.

microscopie (optique) en champ proche: technique de microscopie, par réflexion ou par transmission, faisant intervenir une sonde de diamètre très inférieur à la longueur d'onde de la lumière utilisée pour l'observation et permettant de saisir des détails de l'objet de dimensions également très inférieures à cette longueur.

microscopie magnétique ou microscopie de Lorentz: technique de microscopie fondée sur l'utilisation de bobines électromagnétiques comme « lentilles » et sur le fait que les électrons réagissent à la traversée d'un échantillon magnétique par une déviation de trajectoire. La microscopie de Lorentz (par analogie avec la force de même nom qui caractérise l'interaction entre une particule chargée et un champ magnétique) se décompose en deux modes, l'un pour l'observation des parois magnétiques et l'autre pour celle des domaines. Voir Mémo A.

microscopie à force et résonance magnétique: (en anglais MRFM) hybride de l'imagerie par résonance magnétique et de la microscopie à force atomique permet de détecter un signal magnétique évanescent, par exemple le spin d'un unique électron. Voir Mémos A et C.

microscopie à résonance magnétique: technique de microscopie combinant la microscopie en champ proche et l'imagerie par résonance magnétique avec une détection mécanique et une mesure de la composante longitudinale de l'aimantation grâce à un levier oscillant sensible à la moindre force. Dans certaines conditions, la force qui s'exerce entre un électron et cette pointe modifie les vibrations du bras de levier de façon mesurable, permettant de remonter à la dynamique de relaxation transverse et longitudinale, à l'échelle de la nanoseconde, aussi bien sur un système de spins paramagnétiques que ferromagnétiques. Voir Mémos A et C.

modélisation: représentation simplifiée d'un système ou d'un processus afin de le simuler, rassemblée dans un logiciel de calcul (code), sous forme d'expressions mathématiques.

molécule: groupe d'atomes liés par des liaisons chimiques.

moment magnétique : grandeur M décrite mathématiquement par un vecteur ayant la dimension d'une intensité de courant (en ampères) multipliée par une surface $(A.m^2)$ liée au couple Γ auquel est soumis un **aimant** placé dans un **champ magnétique** uniforme B selon la formule $\Gamma = M \cdot B \cdot \sin\theta$ où θ est l'angle entre M et B. S'exprime en **debye** $\{1 D = 3,355 \cdot 10^{-30} \text{ cm}\}$.

monocristal: cristal formé d'un seul bloc, sans discontinuité, d'un assemblage d'atomes, d'ions ou de molécules répartis de façon périodique et régulière dans les trois directions de l'espace, contrairement à un polycristal.

monolithique (dispositif): dont l'ensemble des éléments sont assemblés sur un même substrat.

Monte-Carlo (méthode de -): méthode statistique d'approximation de la valeur d'une intégrale en utilisant un ensemble de points aléatoirement distribués selon une certaine probabilité. Elle consiste à répéter l'attribution d'une valeur numérique dépendant du déroulement d'un processus où le hasard intervient puis à calculer une moyenne et sa dispersion statistique sur l'ensemble des valeurs obtenues.

mouvement brownien: mouvement aléatoire, descriptible mathématiquement, d'une particule soumise à la seule interaction que des chocs avec les particules du milieu où elle se trouve.

MRAM (mémoire -): (Magnetic (Dynamic) Random Access Memory): mémoire magnétique à accès aléatoire.

NAND (porte ou mémoire): fonction logique «et-non», dont l'obtention se fait avec au moins deux variables.

nanocristallisation: obtention de cristaux de taille nanométrique (nanocristaux) dans une structure amorphe traitée thermiquement.

nanofil: structure unidimensionnelle de matériau semi-conducteur dont le diamètre est de l'ordre de 1 à 10 nm et la longueur de quelques nm à guelques µm.

nanomètre: 1 nm = 10^{-9} mètre.

nanomagnétisme: magnétisme des objets magnétiques, individuels (aimants moléculaires, par exemple), en couches minces ou en ensembles (agrégats magnétiques), dont la taille est nanométrique. Il concerne en particulier les systèmes dont la description nécessite la prise en compte de la structure atomique via des spins d'Heisenberg.

Néel (modèle de -): modèle qui prévoit l'existence d'une anisotropie magnétique de surface ou d'interface dans les métaux ferromagnétiques, anisotropie dont l'énergie est la somme d'énergies de paires d'atomes donnant une contribution à l'énergie qui dépend de la distance entre les atomes et de l'angle entre leur direction et la direction de l'aimantation. Voir Mémo A.

neurone : cellule différenciée constituant l'unité fonctionnelle du système nerveux et assurant la transmission de l'influx nerveux. Elle est prolongée par un unique axone et de nombreuses dendrites.

NEMS: (*Nano Electro Mechanical System*): système électromécanique nanoscopique.

neurotransmetteur: substance chimique qui transmet une information d'un **neurone** à un autre en traversant la *synapse*.

neutron: particule électriquement neutre, 1 839 fois plus lourde qu'un **électron**.

newton: unité de force **(N)**. Parmi les sous-multiples, l'**attonewton** (10-18 N).

nombre de masse: somme du nombre de **neutrons** et du nombre de **protons** d'un **élément**.

NOR (porte ou **mémoire) :** fonction logique « ou-non », obtenue avec au moins deux variables.

noyau (atomique): constituant essentiel d'un **atome**, chargé positivement et composé de **protons** et de **neutrons** (sauf pour l'**hydrogène**) autour duquel tournent des **électrons**.

nucléide: matière constituée d'atomes dont les **noyaux** sont identiques, ayant donc le même **numéro atomique** (nombre de **protons** Z) et le même **nombre de masse** A (somme du nombre de **neutrons** N et du nombre de protons Z).

numéro atomique: nombre de protons du noyau d'un élément.

octet: unité de stockage de données informatiques correspondant à 8 bits et permettant de stocker 1/8° de nombre flottant ou un caractère. Sont plus utilisés les multiples : le kilo-octet (1024 octets), le mégaoctet (1024 ko), le gigaoctet (1024 Mo) et le téraoctet (1024 Go).

cersted : unité d'intensité de **champ magnétique.** 1 œrsted (**Oe**) est équivalent à 10⁵ **gamma** (γ).

orbitale (atomique) : région de l'espace où existe une forte probabilité de présence d'un **électron** autour du **noyau** d'un **atome**.

paire de Cooper: électrons regroupés par deux pour former un système se comportant comme un boson, particule de spin entier, alors que les électrons isolés sont des fermions (de spin demi-entier). Cet appariement est en particulier à la base des phénomènes de supraconductivité et de superfluidité. Les deux électrons ont la même quantité de mouvement, mais de signe opposé.

parois de Bloch: limites séparant spontanément les régions (domaines) dont l'orientation des moments magnétiques se fait en fonction de l'énergie magnétique minimale, le moment magnétique global de l'échantillon étant nul.

parois de Néel: cas particulier des parois séparant les domaines magnétiques dans un matériau en couche mince, dont l'épaisseur est du même ordre de grandeur que l'une des dimensions de la paroi. L'énergie de champ démagnétisant de cette paroi devient alors très grande et l'état d'énergie libre minimum correspond à une répartition de l'aimantation dans la paroi différente de celle qui existe dans les parois de Bloch. Voir Mémo A.

Permalloy: alliage magnétique de fer et de nickel, développé à l'origine aux Bell Labs. Le Permalloy™ contient typiquement 20 % de fer et 80 % de nickel, mais il en existe de nombreux types dont la teneur en nickel varie entre 30 et 90 % et alliés à un autre métal (molybdène). Il présente une perméabilité magnétique élevée, une coercitivité basse, une magnétostriction quasi nulle et une magnétorésistance anisotropique significative.

perméabilité magnétique: capacité d'un matériau à augmenter fortement l'induction magnétique en concentrant les lignes de champ. Notée μ , elle s'exprime (en henrys par mètre) par le produit de la perméabilité du vide $(4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m})$ et de la perméabilité relative μ (sans dimension).

permittivité diélectrique (ou constante diélectrique): exprime le pouvoir électriquement isolant d'un matériau. Exprimée par rapport à celle de l'air (égale à celle du vide) en picofarad/mètre (pF/m).

pérovskite: du nom du minéralogiste russe L. A. Perowski, structure **cristalline**, commune à de nombreux oxydes de formule générale ABO₃. Les pérovskites présentent des propriétés électriques et magnétiques variées en fonction de la nature de A et de B.

phonon: quantum de vibration du réseau cristallin d'un solide.

photon: quantum d'énergie d'un rayonnement électromagnétique. Particule élémentaire sans masse ni charge électrique associée à un tel rayonnement (visible, infrarouge ou ultraviolet, gamma, X suivant son énergie).

piézoélectrique: propriété que manifestent certains matériaux de changer de **polarisation** électrique lorsqu'une pression leur est appliquée. L'effet inverse existe.

plasma: gaz porté à une température telle que les atomes s'ionisent. Ses propriétés sont déterminées par les forces électromagnétiques parmi ses constituants (ions et électrons) d'où différents types de comportement.

point critique: point du *diagramme de phase* (température/pression) d'un corps au-delà duquel les formes liquide et gazeuse ne sont plus distinctes.



polarisation; polarisé: dont le vecteur de champ électrique décrivant une vibration **électromagnétique** se situe dans un plan défini. **Polariseur:** dispositif qui contraint une vibration **électromagnétique** dans un plan défini.

polarité: signe positif ou négatif qui permet de distinguer les pôles d'un **aimant** ou de distinguer les pôles d'un générateur électrique.

polycristal: formé de plusieurs **monocristaux** (grains) dont les réseaux sont désorientés les uns par rapport aux autres.

polymérisation: ajout progressif de **molécules** de *monomères* les unes aux autres par des **liaisons covalentes**, formant un **polymère**, macromolécule de poids moléculaire élevé répétant un même motif.

pompage optique: procédé utilisé dans les lasers pour obtenir l'inversion de population, qui consiste à fournir l'énergie nécessaire pour obtenir plus d'atomes excités (à un niveau énergétique supérieur) que d'atomes non excités (à un niveau inférieur), en les éclairant avec un flash puissant.

porte logique: circuit capable d'effectuer le traitement d'états logiques (existence d'une tension positive constante (état 1) ou existence d'une tension nulle (état 0)).

porteurs de charge : électrons de conduction : le courant électrique est un déplacement de porteurs de charge, électrons ou trous

positon: antiparticule de charge positive de l'**électron**, dont la charge est négative.

ppm: partie par million.

précession: mouvement prenant la forme d'un changement graduel d'orientation de l'axe de rotation d'un objet ou d'un vecteur sous une action extérieure, notamment d'une particule possédant un moment magnétique sous l'effet d'un champ magnétique (précession de Larmor) ou du spin d'une particule accélérée (précession de Thomas).

pression de vapeur: pression exercée par la phase vapeur audessus d'une phase liquide ou solide d'une substance alors qu'un équilibre existe entre les dites phases. Valeur maximale de la pression de cette substance pour qu'elle dégage une vapeur, elle est directement proportionnelle à sa température.

protéine: constituant macromoléculaire principal des cellules, constitué par l'enchaînement, codé par l'ADN, d'acides aminés.

proton: particule portant une charge électrique positive égale et opposée à celle de l'**électron** et 1836 fois plus lourde que lui.

pseudo vecteur: objet mathématique qui se comporte comme un vecteur vrai (ou polaire) pour une rotation directe, mais qui change de sens lors d'une isométrie indirecte comme une inversion des 3 axes ou une symétrie par rapport à un plan.

quantique: qui relève de la théorie développée à partir du principe des *quanta* de Planck (toute manifestation de l'énergie ne peut s'exprimer que par une valeur **discrète** appelée **quantum**) et du *principe d'incertitude d'Heisenberg* selon lequel il n'est pas possible de mesurer en même temps avec précision la position et la vitesse d'une particule.

radioactivité: propriété que possèdent certains éléments naturels ou artificiels d'émettre spontanément durant leur décroissance des particules alpha (noyaux d'hélium), bêta (positons [émission bêta +] ou électrons [émission bêta -]) et/ou un rayonnement gamma (photons de haute énergie). Est plus généralement désignée sous ce terme l'émission de rayonnements accompagnant la désintégration d'un élément instable ou la fission.

radioélément : au sens propre : élément dont tous les isotopes sont radioactifs. radiofréquence (RF): fréquence qui se situe dans la gamme des fréquences radio. Un composant RF assure le traitement d'un signal dans cette gamme de fréquences.

radionucléide: isotope radioactif, appelé aussi parfois radioisotope, d'un élément chimique.

rayonnement électromagnétique : rayonnement qui se propage dans le vide à la vitesse de la lumière par l'interaction de **champs** électrique et **magnétique** oscillants et qui transporte de l'énergie (photons).

recuit: opération de traitement thermique d'un matériau pour modifier ses propriétés par re-formation des **grains**.

réduction: processus par lequel un **atome** ou un **ion** gagne des **électrons** périphériques.

relaxation: voir résonance magnétique.

répulsion ou **barrière coulombienne**: répulsion électrique qui s'oppose au rapprochement de deux particules chargées (**protons** de deux **noyaux**, notamment) de même signe.

résistance (électrique): aptitude d'un matériau conducteur à s'opposer au passage du courant électrique.

résistivité : résistance spécifique d'un matériau au mouvement des électrons.

résolution: pouvoir séparateur d'un dispositif de détection. Elle peut être spatiale (plus petite séparation angulaire ou linéaire entre deux objets, qui caractérise en particulier l'aptitude d'un système optique à distinguer ou à reproduire les détails d'une scène ou de son image) ou temporelle (plus petit intervalle de temps séparant deux réalisations successives d'un signal temporel et permettant de percevoir celles-ci comme distinctes). La résolution spectrale définit l'aptitude d'un système de détection à distinguer des rayonnements électromagnétiques de fréquences différentes.

résonance: phénomène apparaissant quand la fréquence d'un mécanisme excitateur s'accorde avec une fréquence propre du système par un processus de boucle de retour, entretenant des oscillations

résonance magnétique: phénomène qui se manifeste quand une onde de radiofréquence est à la même fréquence que celle de précession des spins des électrons qu'elle excite. À la fin de l'émission de radiofréquence, le système restitue l'énergie absorbée pour retrouver son état d'équilibre de départ: c'est la relaxation.

résonance magnétique nucléaire (RMN): son principe est basé sur les propriétés de certains noyaux d'atomes placés dans un champ magnétique intense. Ils peuvent alors interagir avec des ondes radio pour émettre des signaux qui permettent d'identifier la structure des composés présents.

résonance paramagnétique électronique: technique d'analyse structurale de la matière basée sur l'interaction entre un champ magnétique alternatif de haute fréquence puissant et les électrons non appariés du matériau analysé permettant d'induire les transitions entre leurs deux niveaux de spin (d'énergies différentes), les électrons orientant leur moment magnétique parallèlement ou antiparallèlement à ce champ.

résonance de spin (électronique) : voir résonance paramagnétique électronique.

self (pour **self-inductance**): circuit ou **dipôle** électrique présentant une certaine valeur d'inductance.

semi-conducteur: matériau possédant une bande interdite, ni purement isolant ni purement conducteur à température non nulle, et dont il est possible de faire varier les propriétés électroniques. Certains de ses électrons très faiblement liés à leurs atomes peuvent devenir des électrons de conduction.

siemens: voir conductivité.

silicium: élément semi-conducteur le plus répandu dans la fabrication des circuits intégrés.

simulation numérique : méthode qui consiste à reproduire par le calcul le fonctionnement d'un système décrit par un **modèle** ou un ensemble de modèles.

sodium: métal alcalin utilisé à l'état liquide comme caloporteur des **réacteurs à neutrons rapides** en raison de sa « transparence » aux **neutrons**.

solénoïde: bobinage constitué d'un fil enroulé en hélice sur une certaine longueur et qui, parcouru par un courant électrique, produit un **champ magnétique** pratiquement uniforme.

spectromètre: dispositif qui enregistre les spectres **électromagnétiques élément** par élément à l'aide de détecteurs et mesure l'intensité des rayonnements en fonction de leur longueur d'onde.

spectroscopie: étude des corps à partir des rayonnements qu'ils émettent ou des transformations que leur font subir d'autres corps placés sur leur trajet.

spectroscopie de muons: méthode de spectroscopie utilisant le muon, variété lourde (200 fois plus) de l'électron, implanté dans le composé à étudier. Soumis à un champ magnétique, le spin des muons effectue un mouvement de précession qu'il est possible d'observer grâce à la propriété qu'a le positon issu de la désintégration du muon d'être émis préférentiellement dans la direction du spin du muon. Ce qui permet de mesurer le champ appliqué au muon.

spectroscopie Mössbauer: méthode de spectroscopie d'absorption fondée sur l'effet découvert en 1958 par Rudolf L. Mössbauer et qui permet de déterminer le degré d'oxydation d'un élément chimique présentant un spin nucléaire non nul, en particulier du fer, et de connaître la géométrie des éléments voisins. On utilise une source de photons gamma dont on fait varier l'énergie par effet Doppler: lorsque l'énergie du rayonnement incident correspond à l'énergie de transition électronique, le rayonnement est absorbé sans recul mesurable des noyaux.

spin: moment angulaire (ou moment de rotation interne intrinsèque) d'une particule, de valeur entière ou demi-entière. **Spin électronique:** spin de l'**électron; spin nucléaire:** spin du **noyau** atomique.

spintronique (ou **électronique de spin**) : discipline fondée sur le **spin** des **électrons**.

Squid: Superconducting QUantum Interference Device: capteur de **champ magnétique** (interféromètre **quantique supraconducteur**) extrêmement sensible.

submicronique : de dimensions inférieures au micromètre.

substance (ou matière) blanche (du cerveau): tissu composé de fibres nerveuses qui relient différentes parties du cerveau et transmettent les impulsions nerveuses entre les neurones. Cette matière est constituée des prolongements axonaux des neurones organisés en faisceaux de fibres myélinisées. Substance (ou matière) grise: voir cortex.

superfluidité: état **quantique** d'un **élément** qui perd sa **viscosité** à une certaine température: il découle du phénomène de *condensation de Bose-Einstein*.

superparamagnétique: non magnétique à température ambiante.

supraconducteur: métal ou alliage dont la *résistivité* (résistance spécifique au mouvement des **électrons**) tombe brusquement à une valeur quasi nulle à une *température critique* (**supraconductivité**).

susceptibilité magnétique: grandeur (notée χ , s'exprime en m³/kg ou en emu/Oe·g) qui détermine l'interaction entre un matériau et un champ magnétique dans lequel il se trouve placé et sa propriété à être magnétisable dans une direction parallèle à ce champ. C'est le rapport de l'aimantation du matériau (M) sur l'excitation magnétique (H) du champ.

terres rares: famille d'éléments qui comprend essentiellement les lanthanides (de numéro atomique compris entre 57 (lanthane) et 71 (lutécium)) ainsi que l'yttrium (39) et le scandium (21). En font notamment partie l'europium, le gadolinium et l'erhium

tesla: unité SI (symbole T) d'induction magnétique correspondant à la production d'un flux de 1 weber sur 1 m² par une induction uniforme. Parmi les sous-multiples, le nanotesla (nT) qui vaut 10-9 T (valeur de l'ancien gamma) et le femtotesla (fT; 10-15 T).

théorème d'Ampère : en régime quasi permanent ou permanent, dans le vide, il énonce que la circulation le long d'un circuit fermé du **champ magnétique** engendré par une distribution de courant est égale à la somme algébrique des courants qui traversent la surface définie par le circuit orienté, multipliée par la **perméabilité** du vide ($\mu_0 = 4\pi.10^{-7}\,\text{H/m}$).

tokamak: acronyme de *Toroidalnaya Kamera Magnitinimy Katushkami* (chambre à vide toroïdale et bobine magnétique) ou association des trois mots russes *Tok* (courant), *Kamera* (chambre) et *Mak* (magnétique) définissant les machines en forme de tore dans lesquelles est étudiée la fusion thermonucléaire par confinement magnétique en confinant le plasma de fusion grâce à des champs magnétiques.

traceur: organisme, élément ou substance, naturel ou artificiel, permettant l'étude des processus physiques, chimiques ou biologiques du milieu dans lequel il se trouve placé. Le traceur peut notamment être **isotopique** et/ou **radioactif**.

transformée de Fourier: résultat d'une opération mathématique complexe qui consiste à "peser" le poids relatif de chaque fréquence dans un signal temporel afin d'en donner une représentation spectrale.

trempe: opération de traitement thermique d'un matériau (historiquement par plongée de métaux chauffés dans un liquide froid) qui lui donne de nouvelles propriétés en figeant certaines de ses caractéristiques à haute température.

turbulence: mode d'écoulement d'un fluide dans lequel se superpose au mouvement moyen un mouvement d'agitation aléatoire.

vanne de spin: matériau présentant une magnétorésistance géante à champ faible.

verre de spin: état de la matière caractérisé à l'échelle microscopique par une aimantation de chaque atome dans une direction aléatoire et une absence d'ordre magnétique à longue distance. Ainsi nommé par analogie avec la structure non cristalline du verre.

viscosité : capacité d'un fluide à s'écouler.

voxel: unité de volume élémentaire utilisée dans le traitement des images numériques en 3D, particulièrement en IRM. Voir Mémo C.

weber: unité de flux magnétique représentant le flux qui, à travers une seule spire, produit une force électromotrice de 1 volt dans celle-ci quand il décroît uniformément à zéro en une seconde (symbole Wb). 1 Wb = 1 T·1 m².