

Glossaire

A

ab initio (calcul) : calcul effectué à partir de données théoriques, sans modèles simplificateurs recalés sur l'expérience, et censé être totalement prédictif.

abrasion : usure d'un revêtement par le passage répétitif d'un élément abrasif.

absorption : processus par lequel l'intensité d'un rayonnement décroît quand il traverse un milieu matériel auquel il transfère tout ou partie de son énergie.

absorption molaire : notée par la lettre ϵ (epsilon) et s'exprime en $L \cdot mol^{-1} \cdot cm^{-1}$ (pour les biochimistes) et en $m^2 \cdot mol^{-1}$ (pour les chimistes qui travaillent en unités du système international). Elle est fonction de la longueur d'onde, de la température, de la nature du soluté et du solvant.

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. Les accélérateurs peuvent utiliser des forces d'accélération électrostatiques (Van de Graaff, Pelletron™) ou électromagnétiques (cyclotrons, synchrotrons).

acier inoxydable : alliage de fer et de carbone, auquel on ajoute essentiellement le chrome qui, au-delà de 12 à 13 %, produit la résistance souhaitée à l'oxydation.

aciers austénitiques : de structure cristalline cubique à faces centrées, ce sont des nuances base fer avec généralement entre 15 et 25 % de chrome, de 7 à 20 % de nickel, peu de carbone, éventuellement du molybdène, du titane ou du niobium.

aciers ferritiques : de structure cristalline cubique centrée, ils possèdent, en général, une faible concentration de carbone (~ 0,05 à ~ 0,20 %) et une concentration plus ou moins élevée de chrome. Ne contenant, le plus souvent, pas de nickel, ce sont des alliages fer/chrome ou fer/chrome/molybdène (ou tungstène) dont la teneur en chrome peut varier de 12 à 25 %.

aciers martensitiques : de structure cristalline cubique centrée (ou tétragonale si la teneur en carbone est élevée), ce sont des aciers avec souvent moins de 13 % de chrome (8 à 12 % en général) et un maximum de 0,2 % de carbone. Lors d'un refroidissement depuis le domaine austénitique de haute température, ces aciers subissent une transformation martensitique qui leur confère une structure en lattes très fines.

actinides : radioéléments naturels et/ou artificiels de numéro atomique compris entre 89 (actinium) et 103 (lawrencium) ; actinides majeurs : noyaux lourds d'uranium et de plutonium présents ou formés dans le combustible nucléaire ; actinides mineurs : noyaux lourds formés en relativement faibles quantités dans un réacteur par captures successives de neutrons par des noyaux du combustible. Ce sont principalement le neptunium, l'américium et le curium.

activation : processus par lequel certains nucléides initialement stables, en particulier au sein des matériaux de structure des réacteurs et des éléments combustibles, sont rendus radioactifs par bombardement par des neutrons (activation neutronique) ou d'autres particules.

activité : nombre de désintégrations par unité de temps au sein d'un radionucléide ou d'un mélange de radionucléides, exprimé en becquerel (Bq). La haute activité atteint plusieurs milliards de becquerels par gramme.

ADN (pour Acide désoxyribonucléique) : molécule support de l'information génétique héréditaire ; sa structure originale, formée de deux brins complémentaires enroulés en hélice (double hélice), lui permet de se dupliquer en deux molécules identiques entre elles

et identiques à la molécule mère ; il s'agit d'un des constituants des chromosomes ; les gènes sont des segments d'ADN.

adsorption : phénomène de surface par lequel des molécules de gaz ou de liquides se fixent sur les surfaces solides des adsorbants selon divers processus plus ou moins intenses ; ce phénomène a une très grande importance dans l'évolution de nombreuses réactions chimiques ; la désorption est le phénomène inverse.

aérosol : ensemble de particules, solides ou liquides, d'une substance chimique donnée en suspension dans un milieu gazeux.

aiguille : forme d'élément combustible assimilable au crayon des REP, plus particulièrement utilisée dans les RNR.

alcalino-terreux (métaux) : métaux appartenant au groupe II A (colonne 2) de la classification périodique des éléments (béryllium, magnésium, calcium, strontium, baryum et radium).

alcalins (métaux) : métaux appartenant au groupe I A (colonne 1) de la classification périodique des éléments (lithium, sodium, potassium, rubidium, césium et francium).

ALD (pour Atomic Layer Deposition) : procédé de dépôt de couches atomiques consistant à exposer, successivement, une surface à différents précurseurs chimiques pour obtenir des couches ultraminces. Il est utilisé dans l'industrie des semi-conducteurs.

alliage : produit métallurgique résultant de l'incorporation à un métal de base d'un ou de plusieurs éléments, métalliques ou non.

alliage ODS (Oxide Dispersion Strengthened) : alliage renforcé par des nanoparticules d'oxydes.

allotropique : un solide est sous une forme allotropique s'il a une structure cristalline thermodynamiquement stable dans certaines conditions de température et de pression. Une transformation allotropique est la transformation d'un solide d'une structure cristalline stable en une autre.

aluminium : élément chimique de symbole Al et de numéro atomique 13, se trouvant en quantité importante sur la Terre (1,5 de la masse totale) ; il s'agit d'un métal argenté très malléable, très remarquable par sa résistance à l'oxydation et sa faible densité.

aluminosilicate : silicate contenant de l'aluminium (Al).

amarante : colorant azoïque anionique pourpre utilisé en cosmétique et comme colorant alimentaire connu sous le numéro E123.

amine : composé organique dérivé de l'ammoniac dont certains hydrogènes ont été remplacés par un groupement carboné ; si l'un des carbones liés à l'atome d'azote fait partie d'un groupement carbonyle, la molécule appartient à la famille des amides.

ammoniac : mélange gazeux d'azote et d'hydrogène, à l'odeur piquante.

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

ampère (A) : unité d'intensité d'un courant électrique qui doit son nom à André-Marie Ampère (1775-1836), figure marquante de l'électromagnétisme.

analogues (naturels, archéologiques) : matériaux naturels ou fabriqués par l'homme (verre, métaux, ciments) dont l'étude peut apporter des informations sur leur comportement à long terme (à l'échelle du centenaire, voire du millénaire).

analyse globale : analyse consistant à aborder tous les aspects d'un problème progressivement, mais non séquentiellement.

analyses transcriptomique et protéomique : étude de l'expression des gènes faisant appel à deux approches : l'analyse du transcriptome constituée par l'ensemble des acides ribonucléiques

(ARNm) présents dans une cellule, dans une situation donnée, et l'analyse du protéome représenté par les protéines que codent ces ARNm. Elles permettent d'identifier et de quantifier les produits de l'expression des gènes d'une cellule ou d'un tissu à un instant et dans un environnement donné, dans un but de comparaison entre différents états biologiques.

ångström (Å) : $1 \text{ \AA} = 10^{-10}$ mètre.

anisotrope : dont les propriétés varient suivant la direction (*ant. isotrope*).

anticorps : protéine complexe utilisée par le système immunitaire pour détecter et neutraliser les antigènes de manière spécifique.

anticorps monoclonaux : anticorps homogènes car produits par des cellules génétiquement identiques.

anti-réactivité neutronique : baisse de la réactivité provoquée par des dispositifs conçus à cet effet – par exemple, des barres d'absorbant – ou par des phénomènes physiques.

apolaire : non polaire ; en chimie, la polarité est une caractéristique décrivant la répartition des charges négatives et positives dans un dipôle ; elle est due à la différence d'électronégativité entre les éléments chimiques qui la composent, aux différences de charge qu'elle induit et à leur répartition dans l'espace ; plus les charges se répartissent asymétriquement, plus une liaison sera polaire, et si les charges se répartissent symétriquement, elle sera apolaire.

APRP (Accident par Perte de Réfrigérant Primaire) : perte d'étanchéité du circuit primaire d'un réacteur nucléaire à eau se traduisant par une élévation rapide de la température de la gaine – avec une augmentation corrélative de la pression interne – et conduisant à une oxydation accélérée à haute température avant trempée finale, c'est-à-dire le renoyage final du cœur par les dispositifs de sûreté d'injection d'urgence prévus à cet effet.

aromatique : composé contenant un ou plusieurs noyaux benzéniques. Les composés aromatiques sont présents dans les goujons et constituent des réactifs essentiels de la chimie de synthèse. Leur nom vient originellement de l'arôme car les plus volatils présentent une odeur caractéristique.

arthropodes : embranchement d'animaux invertébrés dont le corps est formé de segments articulés, recouverts d'une cuticule rigide constituant leur squelette externe, souvent constitué de chitine.

aryle : dans un composé organique, un groupe aryle est un groupe fonctionnel (ou substituant) qui dérive d'un noyau aromatique.

assemblage (combustible) : ensemble d'éléments combustibles chargé d'un seul tenant dans un réacteur nucléaire.

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

austénite : pour les aciers, phase qui se présente sous la forme d'une structure cubique à faces centrées (structure austénitique).

auto-assemblage : formation spontanée de structures hiérarchiques complexes à partir de « briques » simples. Dans la nature, l'auto-assemblage des molécules gouverne, par exemple, la formation des parois cellulaires ainsi que le repliement des protéines.

autodiffusion : déplacement des atomes au sein même de la matière qu'ils constituent.

auto-interstitiel : défaut ponctuel correspondant à la présence dans le réseau cristallin d'un atome en surnombre, de même nature que ceux du réseau.

azote : élément chimique de la famille des pnictogènes, de symbole N et de numéro atomique 7 ; constituant majoritaire de l'atmosphère terrestre (4/5 de l'air et 78,06 %, en volume).

B

bandes (théorie des) : dans un solide, les électrons sont susceptibles d'occuper des niveaux d'énergie formant des bandes dites permises. Une bande permise peut être vide, remplie (tous les états occupés par deux électrons de spins opposés), ou partiellement occupée. L'intervalle entre deux bandes permises consécutives est appelé bande interdite. L'intervalle séparant deux bandes permises quelconques constitue un *gap*. Pour un solide, sont nommées : bande normale, la bande formée par les électrons occupant les niveaux les plus bas ou niveaux de cœur (les électrons de cœur restent proches du noyau atomique et ne sont quasiment pas affectés par les atomes voisins) ; bande de valence, celle des électrons de valence (servant aux liaisons entre les atomes) ; et bande d'excitation, l'ensemble des niveaux accessibles par excitation de la bande normale. Une bande de conduction est une bande vide ou partiellement occupée par des électrons (électrons de conduction) quasiment libres et pouvant passer d'un atome à l'autre. À partir de la configuration électronique de plus basse énergie ou état fondamental, correspondant à celle qu'a le matériau à la température de zéro kelvin, l'énergie de Fermi (ou niveau de Fermi) est définie comme la valeur minimale du niveau d'énergie accessible à un électron ajouté au système. Ce niveau est situé entre les bandes de valence et de conduction. Dans un métal, les bandes de valence et de conduction se chevauchent. Les électrons peuvent passer directement de la bande de valence à la bande de conduction et circuler dans le solide. Il est conducteur. Dans un isolant, le *gap* entre les bandes de valence et de conduction (qui est vide) est large. Les électrons ne peuvent pas passer de la bande de valence à la bande de conduction. Dans un semi-conducteur, le *gap* entre les bandes de valence et de conduction est plus petit. En apportant de l'énergie aux électrons (en chauffant le matériau, en l'illuminant...) ceux-ci sont alors capables de passer de la bande de valence à la bande de conduction et de circuler dans le matériau.

barrière de confinement : dispositif capable d'empêcher ou de limiter la dispersion des matières radioactives.

becquerel (Bq) : du nom du physicien français Henri Becquerel. Unité de mesure de l'activité nucléaire (1 Bq = 1 désintégration de noyau atomique par seconde). Le becquerel est une unité très petite ! L'activité nucléaire était précédemment mesurée en curies : $1 \text{ Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$.

benzène (C₆H₆) : hydrocarbure aromatique monocyclique ; composé organique incolore, il s'agit d'un liquide cancérigène ; solvant très utilisé dans l'industrie chimique, c'est un précurseur important pour la synthèse chimique de médicaments, de plastiques, de caoutchouc synthétique ou encore de colorants. Le benzène est un constituant naturel du pétrole brut.

biocinétique : étude du devenir de substances dans l'organisme (absorption, distribution dans les organes et les tissus, métabolisme et excréations).

biocompatible : compatible avec des tissus biologiques.

biomimétisme : démarche consistant à reproduire artificiellement des propriétés essentielles d'un ou plusieurs systèmes biologiques.

biosignal : terme récapitulatif pour toutes sortes de signaux électriques physiologiques qui peuvent être mesurés à partir des êtres vivants.

biotechnologie : utilisation contrôlée, à grande échelle, de matériel biologique éventuellement génétiquement modifié.

bore : élément chimique de symbole B et de numéro atomique 5.

bottom-up : du bas vers le haut ; l'approche « bottom-up » en nanotechnologies concerne l'assemblage contrôlé d'atomes et de molécules en vue de former des composants de taille supérieure.

boucle de dislocation : ligne de dislocation de forme circulaire ou polygonale fermée.

boucles d'interstitiels : sous irradiation, des boucles se forment par condensation planaire des **interstitiels**.

brasage : opération consistant à assembler deux pièces par apport d'un matériau à l'état liquide (**brasure**).

bronze : 1- alliage de cuivre et d'**étain** ; 2- type d'arrangement structural.

C

cadmium : **élément** chimique de symbole Cd et de **numéro atomique** 48, anciennement appelé carbonate de zinc ; **tellure de cadmium** : matériau **cristallin** à **structure cubique** composé de cadmium et de tellure (**semi-conducteur** de la famille des II-VI).

Callovo-Oxfordien : formation géologique faisant partie du jurassique et âgée de 155 millions d'années. Elle apparaît sous forme argileuse dans l'Est de la France, notamment dans la région frontière entre la Meuse et la Haute-Marne, où un laboratoire souterrain a été installé pour l'étude d'un **stockage** de **déchets radioactifs en formation géologique profonde**.

caloporteur : fluide (gaz ou liquide) utilisé pour extraire la chaleur produite par les **fissions** dans un réacteur nucléaire.

capture neutronique : absorption par un **noyau** d'un **neutron** libre ne conduisant pas à une **fission**.

carbone : **élément** chimique de la famille des **cristallogènes**, de symbole C, de **numéro atomique** 6 et de masse atomique 12,0107.

carboxyle : en chimie organique, un groupe carboxyle est un groupe fonctionnel composé d'un **atome** de **carbone**, lié par une double liaison à un premier atome d'oxygène, et par une liaison simple, à un second atome d'oxygène, lui-même relié à un atome d'**hydrogène**.

carbure : composé chimique associant du **carbone** à un corps simple, souvent un métal.

cascade (de déplacements atomiques) : enchaînement des éjections d'**atomes** hors de leur site d'équilibre dans la structure **crystalline** d'un matériau, consécutives à une collision avec une particule incidente. Si l'énergie cédée par celle-ci est voisine de l'**énergie seuil de déplacement**, un seul atome est éjecté, laissant un **défaut** appelé **paire de Frenkel**. Si l'énergie cédée au premier atome frappé est bien supérieure à ce seuil, une cascade de déplacements intervient, les atomes éjectés ayant assez d'énergie pour en déloger d'autres.

catalyse : processus impliquant une substance (**catalyseur**) capable d'accélérer une réaction chimique sans subir elle-même de modifications, sinon temporaires.

cellule électrochimique : ensemble constitué d'un **électrolyte**, **conducteur** purement **ionique**, et de deux **électrodes** : l'anode et la cathode.

cellule photovoltaïque : **composant électronique** qui, exposé à la lumière (**photons**), génère de l'électricité.

centrifugation : technique utilisant la force centrifuge pour séparer des fluides de densités différentes ou pour isoler des **éléments** solides en suspension dans un fluide.

céphalopodes : animaux de la classe des mollusques, dont le pied, divisé en bras, surmonte la tête ; les types connus de céphalopodes sont la pieuvre, le calmar, la seiche.

céramique : matériau inorganique et non métallique à structure **crystalline** présentant un arrangement périodique régulier des **atomes** et composé de **liaisons ioniques** et/ou **covalentes**.

cérine gadolinée : **oxyde** de cérium (CeO₂) **dopé** à l'oxyde de gadolinium (Gd₂O₃) et noté GDC.

cermet : composite **céramique** métal ; pour l'EHT, ce métal est du **nickel**, la céramique étant de la **zirconie** (oxyde d'**yttrium** : ZrO₂) stabilisée à l'oxyde d'yttrium (Y₂O₃), du **scandium** (Sc₂O₃) ou de la **cérine gadolinée**.

champ électromagnétique : composé de deux **champs** vectoriels (électrique et **magnétique**), il exerce une force électromagnétique (ou **force de Lorentz**) sur des particules en mouvement possédant une charge électrique non nulle.

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 oersted (Oe) ; **induction magnétique** : champ magnétique total créé dans un corps magnétique placé dans un champ externe. Notée **B**, elle s'exprime en **teslas**, en gauss ou en webers/m².

chiralité : en chimie, un composé chimique est dit chiral s'il n'est pas superposable à son image dans un miroir.

chlore : **élément** chimique de la famille des halogènes, de symbole Cl et de **numéro atomique** 17.

chloromophore : **molécule** colorée.

chromatographie : technique d'analyse de la chimie analytique dans laquelle l'échantillon, contenant une ou plusieurs espèces, est entraîné par un courant de phase mobile (liquide, gaz ou fluide supercritique) le long d'une phase stationnaire (papier, gélatine, silice, **polymère**, silice greffée...) : chaque espèce se déplace à une vitesse propre dépendant de ses caractéristiques et de celles des deux phases ; la chromatographie en phase liquide repose sur la séparation de composés, entraînés par un liquide à travers un solide placé dans un tube (colonne chromatographique) ou fixé sur une surface inerte.

chrome et oxyde de chrome : le chrome est l'**élément** qui, ajouté dans les **aciers inoxydables**, leur confère un caractère résistant à l'**oxydation** via la formation d'une couche d'**oxyde** de chrome (Cr₂O₃).

circuit intégré (ou puce électronique) : **composant électronique** reproduisant une ou plusieurs fonctions électroniques plus ou moins complexes, intégrant souvent plusieurs types de composants électroniques de base dans un volume réduit, rendant le circuit facile à mettre en œuvre.

circuit primaire : fermé et étanche, le circuit primaire contient le **cœur**, et véhicule, au moyen de circulateurs, pompes ou compresseurs, le **caloporteur** qui transfère sa chaleur à un circuit secondaire via un échangeur de chaleur.

clivage : propriété d'un minéral de se scinder selon des directions déterminées. En métallurgie, les **aciers ferritiques** et/ou **martensitiques** présentent à basse température (< 20 °C) une transition du mode de rupture **ductile** → fragile ; cette dernière se produit par clivage, préférentiellement selon les plans (100) de base de la structure cubique. Les **plans de clivage** sont orientés dans le plan de la moindre cohésion, c'est-à-dire dans le sens des liaisons les plus faibles entre chaque unité de la structure **crystalline**.

CMOS (pour Complementary Metal Oxide Semiconductor) : technologie de fabrication de **composants électroniques** et, par extension, l'ensemble des composants fabriqués selon cette technologie.

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

cobalt : **élément** chimique, de symbole Co, de **numéro atomique** 27 et de masse atomique 59 ; fluorophosphate de cobalt : composé formé d'**atomes** de cobalt, de **fluor**, de phosphore et d'oxygène ; **oxyde** de cobalt : composé formé de cobalt et d'oxygène.



code (ou logiciel) de calcul : rassemblement dans un logiciel informatique, sous forme d'expressions mathématiques codées, de la représentation simplifiée sous forme numérique (**modèle**) d'un système ou d'un processus, afin de le **simuler**.

cœur : dans un réacteur nucléaire, région comprenant le **combustible** nucléaire, agencée pour être le siège d'une **réaction de fission en chaîne**.

coke : dérivé du charbon obtenu par distillation de la houille dans un four à l'abri de l'air.

colis : ensemble constitué par un emballage de transport, d'**entreposage** ou de **stockage** et par un contenu de **déchets radioactifs** bien défini.

combustible (nucléaire) : matière **fissile** qui permet d'assurer par une géométrie adaptée l'entretien d'une **réaction en chaîne** dans le **cœur** d'un réacteur ; **élément combustible** : le plus petit constituant d'un cœur possédant une structure propre, contenant du combustible nucléaire ; **combustible usé** : combustible qui, ne permettant plus d'entretenir la réaction nucléaire, est déchargé du réacteur.

complexation : formation, à partir des systèmes extractants (ou **complexants**) et des espèces à extraire, d'un édifice (ou **complexe**) constitué par un **ion** métallique central auquel se lient d'autres ions, **atomes** ou **molécules**.

composant électronique : élément destiné à être assemblé avec d'autres pour réaliser une ou plusieurs fonctions électroniques.

composant radiofréquence (RF) : composant assurant le traitement d'un signal dans la gamme des fréquences radio.

composite : matériau formé par l'assemblage de plusieurs matériaux et qui présente des propriétés que ces derniers ne possèdent pas isolément. Il est par exemple constitué d'une structure fibreuse (**renfort**), qui supporte les efforts mécaniques, et d'un matériau d'enrobage (**matrice**).

compression isostatique à chaud : application simultanée sur un matériau de hautes pressions (10^8 à $1,5 \cdot 10^8$ Pa) et de températures élevées (de l'ordre de 1 000 °C) par l'intermédiaire d'un gaz neutre ou d'un fluide.

condensation : action par laquelle un corps qui occupe actuellement un certain espace est réduit à un espace moindre.

conditionnement (des déchets radioactifs) : ensemble des opérations successives à réaliser pour mettre le **déchet** sous une forme stable, sûre, et qui permette sa gestion ultérieure, qu'ils s'agisse d'**entreposage**, de **transmutation** ou de **stockage**. Ces opérations peuvent comprendre notamment le compactage, l'enrobage, la fusion, la **vitrification**, la mise en conteneur.

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

conduction thermique : phénomène par lequel, dans un milieu, la chaleur s'écoule d'une région à haute température vers une autre à plus basse température, ou entre deux milieux en contact.

conductivité : caractérise la capacité de **conduction (électrique, thermique)** d'un matériau.

conductivité thermique : caractérise la résistance au passage de la chaleur dans un matériau homogène et exprime en $W/m \cdot K$ la vitesse d'écoulement de la chaleur à travers une surface, par unité de variation de température dans une direction perpendiculaire à la surface.

confinement : capacité physique et/ou chimique à maintenir les **éléments radioactifs** et/ou toxiques à un endroit ou dans un objet donné (limitation de la dispersion, du relâchement).

contamination (radioactive) : présence indésirable d'une substance **radioactive** au contact d'une surface ou à l'intérieur d'un milieu.

contrainte : force exercée sur une structure, en permanence ou de manière transitoire. Elle s'exprime en N/m^2 et, en pratique, en mécanique des matériaux, en **MPa** ($= 1 N/mm^2$).

convection : mode de transfert d'énergie impliquant un déplacement de matière dans le milieu.

coordinence ou nombre de coordination : nombre de liaisons qu'un **ion** est capable d'établir avec des **atomes** donneurs d'**électrons**.

corrosion : attaque lente de la surface des matériaux par l'action d'agents chimiques ; sur les métaux, la corrosion est une **oxydation**.

couche mince : revêtement dont l'épaisseur peut varier de quelques couches **atomiques** à une dizaine de **micromètres**, qui modifie les propriétés du substrat sur lequel il est déposé.

couche passive (ou de passivation) : barrière capable de limiter l'accès des espèces corrosives (H_2O , O_2 ...) à une surface. Elle contribue de ce fait à diminuer la vitesse de **corrosion** de la matière sous-jacente.

couplage électromécanique : facteur de mérite des résonateurs acoustiques révélant la propension de convertir l'énergie d'une nature en une autre (mécanique en électrique ou *vice versa*).

crayon : tube de faible diamètre, fermé à ses deux extrémités, constituant du **cœur** d'un réacteur nucléaire, contenant une matière **fissile, fertile** ou absorbante. Lorsqu'il contient de la matière fissile, le crayon est un **élément combustible**.

cristal : assemblage d'**atomes**, d'**ions** ou de **molécules** régulièrement répartis de façon **périodique** dans les trois directions ; **maille (cristalline)** : motif élémentaire d'un cristal ; **cristallisation** : action d'amener à l'état cristallin ; **cristallinité** : qualité qui fait un cristal.

cristallite : domaine de matière (**grain**) ayant la même structure qu'un **monocristal** et une taille variant de quelques dizaines à quelques centaines de **nanomètres**, la frontière entre deux cristallites étant un **joint de grains**.

cristallographie : science qui se consacre à l'étude des substances cristallines à l'échelle **atomique**.

cryogénie : branche de la physique relative à la production et aux effets de très basses températures.

CVD (Chemical Vapor Deposition, dépôt chimique en phase vapeur) : méthode de préparation de couches (épaisseurs pouvant varier de quelques dizaines de **nanomètres** à une centaine de **micromètres**) par dépôt en phase vapeur formé par réaction chimique à partir d'un milieu gazeux de composition différente.

CVI (Chemical Vapor Infiltration) : procédé de densification, par infiltration chimique en phase vapeur dans une préforme fibreuse, afin de réaliser la **matrice** de **composites** thermostrostructuraux.

cyanides : classe de composés chimique dans laquelle on trouve le cyanure.

cyclage : alternance de charge et de décharge.

cycle d'irradiation (en réacteur) : période de fonctionnement d'un réacteur nucléaire entre deux rechargements successifs (partiels ou non) de **combustible**.

cycle du combustible : ensemble des étapes suivies par le **combustible** nucléaire. Le cycle comprend l'extraction du minerai, la concentration de la matière **fissile**, l'**enrichissement**, la fabrication des **éléments combustibles**, leur utilisation dans le réacteur, leur **traitement**, l'éventuel **recyclage** des **atomes lourds** ainsi récupérés et le **conditionnement** et le **stockage** des **déchets radioactifs**.

cytosquelette : réseau complexe de filaments protéiques présent à l'intérieur des cellules leur conférant leurs propriétés mécaniques. Il assure une certaine rigidité à la cellule et permet les déplacements d'organites, les contractions, les déformations et la mobilité cellulaires.

D

déchet radioactif : substance **radioactive** pour laquelle aucune utilisation ultérieure n'est prévue ou envisagée. Les **déchets radioactifs ultimes** sont des déchets radioactifs qui ne peuvent plus être **traités** dans les conditions techniques et économiques du moment, notamment par extraction de leur part valorisable ou par réduction de leur caractère polluant ou dangereux.

décroissance radioactive : diminution au cours du temps de l'**activité** d'une substance **radioactive** par **désintégration radioactive** de ses **noyaux** constituants.

défaut étendu : amas de **défauts ponctuels**.

défaut ponctuel : défaut localisé en un point d'un réseau **crystallin**, résultant soit d'un **atome** manquant (**lacune**), soit d'un atome supplémentaire situé entre les positions atomiques normales (**interstitiel**), soit d'un atome étranger substitué à un des atomes du réseau. Une **paire de Frenkel** est produite par le déplacement d'un atome hors de son site dans le cristal, créant ainsi une lacune et un interstitiel ; **défaut d'irradiation** : défaut ponctuel imputable à l'**irradiation**.

délaminage : séparation en lamelles d'un matériau stratifié ; la **délamination** est la séparation à l'interface entre deux couches (ici **électrolyte** et **électrode**).

densité : rapport de la masse volumique d'un corps à la masse volumique de l'eau prise comme référence.

dépôt par projection plasma : le principe de la méthode consiste à utiliser un **plasma** très énergétique pour fondre la poudre de l'élément à déposer et le pulvériser sur le substrat avant re-solidification.

déprotonation : réaction chimique au cours de laquelle un **proton** H^+ est retiré d'une **molécule** qui va former sa base conjuguée ; la propension d'une molécule à libérer un proton est mesurée par son PK (mesure de l'acidité).

désintégration radioactive : processus par lequel un **noyau** ou une particule se décompose en plusieurs fragments (particules et noyaux, qui constituent les **produits de désintégration**, **photons**) pour atteindre un état de plus basse énergie, donc plus stable, les caractéristiques de cette transformation ne dépendant que de l'état du noyau (de la particule) de départ et non du processus qui l'a produit.

diaphonie : interférence d'un premier signal avec un second grâce aux phénomènes d'induction **électromagnétique** ou de couplage capacitif.

diazonium (sels de) : **ion** chargé positivement, constitué d'un cycle **aromatique** portant un groupe « diazo » N_2 ; ces composés sont très utilisés pour la **synthèse** des colorants et, depuis peu, comme précurseurs de groupements **aryles** pour la **fonctionnalisation** de surface.

diélectrique : se dit d'un matériau qui ne contient pas de charges électriques susceptibles de se déplacer et donc qui ne peut pas conduire le courant électrique, synonyme d'isolant électrique.

diffraction : déviation que subit la direction de propagation des ondes (acoustiques, lumineuses...) lorsqu'elles rencontrent un obstacle ou une ouverture de dimensions du même ordre de grandeur que leur longueur d'onde.

diffraction de rayons X : méthode d'étude de la structure des matériaux **crystallins**, la longueur d'onde des **rayons X** étant de l'ordre de grandeur des distances **interatomiques**, suffisamment petite pour produire des **diffractions** par les plans cristallins, plus ou moins denses.

diffraction et microdiffraction des électrons : grâce au **microscope électronique à transmission**, il est possible d'observer

à la fois l'image de la zone illuminée et sa **diffraction** associée. En se plaçant dans le plan focal du faisceau d'**électrons** et non plus dans le plan image, un **cliché de diffraction** est obtenu. Il permet de visualiser les directions dans lesquelles vont les électrons et ainsi de caractériser les **cristaux**. L'image peut être formée uniquement par les électrons non diffractés (**mode en champ clair**) ou par les électrons diffractés à un angle particulier (**mode en champ sombre**). Dans la technique de **microdiffraction**, le faisceau d'électrons est focalisé sur une toute petite zone (10 nm à 1 nm). Cette méthode est adaptée à l'étude des petits **précipités**.

diffusion : transport de matière et/ou de charges sous l'effet d'une différence de concentration ; **diffusion (de défauts)** : migration des **défauts ponctuels** au sein de la matière sous l'effet d'un gradient de concentration. Elle obéit à une loi en $t^{1/2}$.

diffusivité thermique : vitesse de pénétration et atténuation d'une onde thermique dans un milieu.

dilatométrie : mesure de la dilatation des corps.

diode : **composant électronique** ne laissant passer le courant électrique que dans un seul sens.

dioxyde d'azote (NO₂) : gaz toxique et polluant atmosphérique pouvant absorber le **rayonnement UV** qui n'atteint plus la surface de la terre.

diphasique : fluide constitué du mélange de deux phases (gaz et liquide dans ce cas).

dislocation : défaut affectant l'arrangement des **atomes** dans un solide **crystallin**. On distingue les dislocations associées à l'insertion d'un demi-plan d'atomes dans le cristal (**dislocations coin**) et celles associées à la coupure du cristal selon un demi-plan et au déplacement des atomes du cristal, parallèlement au bord de ce demi-plan (**dislocations vis**).

dispersion : mélange de petites particules (minérales ou organiques) dans un milieu homogène.

dopage : introduction dans un réseau **crystallin** ou **amorphe** d'un **atome** étranger (**dopant**) afin d'en modifier les propriétés.

dose : terme employé pour estimer, dans un matériau, le **flux** de particules intégré (ou **fluence**) au cours de son **irradiation**.

dpa : nombre de déplacements par **atome** induits dans un matériau sous **irradiation**. Cette unité de dommage signifie que chacun des atomes du matériau a été déplacé au moins une fois en moyenne pendant l'irradiation.

ductilité : capacité d'un matériau à subir des déformations plastiques en résistant à la propagation des **défauts** induits.

durcissement (d'un matériau) : augmentation de la limite d'élasticité du matériau.

dureté : résistance d'un matériau à la pénétration d'un autre corps supposé indéformable. Elle s'exprime en unité spécifique de dureté (Vickers, par exemple).

dureté du spectre : qualifie le niveau d'énergie moyen des particules (par exemple, des **neutrons**). Un « spectre dur » implique des particules très énergétiques, son « adoucissement » une réduction de leur énergie.

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 temporelle 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.

E

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

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.

effluents : déchets sous forme liquide ou gazeuse.

électroacoustique : technique de la production, de l'enregistrement et de la reproduction des sons par des moyens électriques.

électrochimie : discipline scientifique qui décrit les phénomènes chimiques couplés à des échanges réciproques d'énergie électrique.

électrode : endroit où se produisent les réactions électrochimiques ; les pièces conductrices, appelées anode (électrode positive) et cathode (électrode négative), permettent la circulation des électrons.

électrodéposition : méthode de dépôt basée sur la génération par électrochimie d'espèces réactives qui se déposent sur une électrode. Lorsqu'on dépose ainsi un film métallique, on parle de galvanoplastie.

électrogreffage : équivalent « organique » de la galvanoplastie ; les espèces générées par électrochimie sont des réactifs organiques, précurseurs d'un film organique greffé de façon covalente sur l'électrode.

électroluminescence : phénomène optique et électrique durant lequel un matériau émet de la lumière en réponse à un courant électrique qui le traverse, ou à un fort champ électrique.

électrolyse : méthode permettant de réaliser des réactions chimiques grâce à une activation électrique et des processus de conversion de l'énergie électrique en énergie chimique.

électrolyte : substance conductrice car elle contient des ions mobiles.

électromagnétique (rayonnement ou onde) : rayonnement (ou onde) 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).

électron : particule élémentaire chargée négativement. L'un des constituants de l'atome, gravitant autour du noyau.

électronégativité : elle traduit l'aptitude d'un atome à attirer les électrons vers lui. Le fluor est l'élément le plus électronégatif.

électronvolt (eV) : unité d'énergie correspondant à l'énergie acquise par un électron accéléré par un potentiel de 1 volt, soit $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ joule}$. Principaux multiples : le keV (10^3 eV), le MeV (10^6 eV) et le GeV (10^9 eV).

électroréduction : transfert d'électron d'une cathode (pôle négatif) à un composé chimique, situé à proximité, en solution.

électrostatique : branche de la science qui traite des charges électriques au repos et de leurs interactions.

élément (chimique) : ensemble des atomes de même numéro atomique (atomes dont les noyaux comportent exactement le même nombre de protons, quel que soit le nombre de neutrons). On parle d'éléments légers (hydrogène, hélium, lithium, béryllium, bore) et d'éléments lourds (les autres, du carbone à l'uranium pour ce qui est des éléments naturels, mais plus spécifiquement ceux dont le numéro atomique est égal ou supérieur à 80).

éléments de transition : terme générique désignant tous les éléments de la classification périodique caractérisés par une sous-couche *d* ou *f* partiellement remplie, soit à l'état élémentaire, soit à l'état stable ; les éléments de transition de la première série (Sc,

Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu et Zn) sont les plus intéressants pour les accumulateurs Li-ions (masses plus faibles que les éléments de transition de 2^e et 3^e séries).

élution : terme utilisé en chromatographie pour désigner la migration d'une substance à travers un milieu solide poreux sous l'effet drainant d'un solvant.

empirisme : méthode qui s'appuie sur la seule expérience.

énantiomères : deux isomères (molécules de mêmes formules brutes mais de structures différentes) non superposables mais représentant l'image l'un pour l'autre dans un miroir.

endommagement (taux d'-) : mesure de la dégradation d'un matériau exprimée en dpa.

endosquelette : squelette interne au corps ; pour les vertébrés, il s'agit d'un endosquelette calcaire constitué d'os.

enduction : traitement de surface consistant à appliquer un revêtement généralement liquide (laque, peinture, huile) sur un substrat (papier, textile, film plastique, acier).

énergie cinétique : énergie que possède un corps du fait de son mouvement réel ; elle est égale au travail nécessaire pour faire passer ledit corps du repos à son mouvement de translation ou de rotation.

énergie fossile : énergie produite par un combustible fossile, c'est-à-dire une substance formée dans la roche, en plusieurs millions d'années, à partir de débris végétaux, animaux et minéraux.

énergie massique : quantité d'énergie disponible par unité de masse.

énergie thermique : énergie cinétique d'agitation microscopique d'un objet due à une agitation désordonnée de ses molécules et de ses atomes ; partie de l'énergie interne d'un corps.

enrichissement : processus d'accroissement de la teneur d'un élément en l'un de ses isotopes.

entreposage (de déchets radioactifs) : opération consistant à placer les déchets radioactifs à titre temporaire dans une installation spécialement aménagée à cet effet, en surface ou à faible profondeur, dans l'attente de les récupérer. Ce terme désigne aussi l'installation dans laquelle les déchets sont placés, avec le projet de les reprendre ultérieurement (voir aussi stockage).

épitaxie par jets moléculaires : technique de dépôt par des jets moléculaires, sur la surface d'un substrat monocristallin placé sur un support maintenu à haute température, de couches composées de quelques plans d'atomes. Elle est fondée sur l'évaporation des différents constituants purs du matériau à élaborer dans une enceinte où est maintenu un vide poussé.

époxy : groupement chimique qui donne son nom à des molécules ou monomères époxyde puis, par extension, aux polymères polyépoxyde couramment utilisés dans les colles et peintures ; une fois « sec », il ne réagit pratiquement plus avec l'oxygène et prend une forme rigide, propriété utilisée pour renforcer les contenants qui en sont enduits.

époxyde et polyépoxydes : groupement chimique qui donne son nom à des molécules ou monomères époxyde puis, par extension, aux polymères polyépoxydes couramment utilisés dans les colles et peintures ; une fois « sec », il ne réagit pratiquement plus avec l'oxygène et prend une forme rigide, propriété utilisée pour renforcer les contenants qui en sont enduits.

EPR (Evolutionary Power Reactor ou European Pressurized water Reactor) : concept de réacteur à eau sous pression (REP) de troisième génération développé par Areva NP incluant des améliorations en matière de sûreté, d'utilisation des combustibles et d'économie d'exploitation.

étain : élément chimique, de symbole Sn et de **numéro atomique** 50.

évaporation par arc cathodique : technique de dépôt de couche mince qui consiste à vaporiser ou sublimer, au moyen d'un arc électrique, un matériau cible **polarisé** négativement, pour ensuite condenser ses vapeurs sur la pièce à revêtir. Elle permet d'obtenir des couches très denses et très adhérentes.

exciton : pseudoparticule constituée par l'appariement d'un **électron** et d'un trou, c'est-à-dire une zone où un électron est manquant, et se comportant comme une particule de charge positive.

exosquelette : caractéristique anatomique externe qui supporte et protège un animal ; beaucoup d'invertébrés, comme les insectes, les crustacés et les mollusques, possèdent un exosquelette ; la partie abdominale d'un exosquelette est communément appelée « carapace ».

F

ferrite : ce terme est souvent utilisé pour parler du fer α lui-même, qui correspond à la phase stable du fer pur lorsque la température est inférieure à 914 °C. Cette phase se présente sous la forme d'une **structure cubique centrée** (**structure ferritique**).

ferroélectrique (matériau) : matériau qui possède un moment dipolaire électrique permanent (décalage du centre de gravité des charges positives par rapport au centre de gravité des charges négatives) même en l'absence d'un champ électrique extérieur.

ferromagnétisme : propriété de certains corps à s'aimanter fortement sous l'effet d'un **champ magnétique** extérieur, et pour certains (les aimants, matériaux magnétiques durs) de garder une aimantation importante même après la disparition du champ extérieur.

fertile : qualifie un **nucléide** dont le **noyau** peut être transformé, directement ou indirectement, en un noyau **fissile**, par **capture** de **neutrons**.

feutre de carbone : agglomérat, non tissé, formé à partir de **fibres de carbone**.

fibres de basalte : matériau fait à partir de fibres extrêmement fines de basalte, composée de minéraux comme le plagioclase, le pyroxène et l'**olivine** ; elle est similaire à la **fibres de carbone** et la **fibres de verre** mais possède de meilleures propriétés physico-mécaniques que la fibre de verre elle est aussi moins chère que la fibre de carbone.

fibres de carbone : matériau se composant de fibres extrêmement fines, entre 5 à 15 **microns** de diamètre ; composé principalement d'**atomes** de **carbone** agglomérés dans des **cristaux** microscopiques alignés plus ou moins parallèlement à l'axe long de la fibre ; l'alignement des cristaux rend la fibre incroyablement résistante pour sa taille ; plusieurs milliers de fibres de carbone sont rassemblées pour former un fil (classiquement, 6 000 à 24 000 fibres unitaires de carbone), qui peut être employé tel quel ou être tissé ; les fibres de carbone se caractérisent par leur faible densité, leur résistance élevée à la traction et à la compression, leur flexibilité, leurs bonnes conductibilités électrique et thermique, leur tenue en température et leur inertie chimique (sauf à l'oxydation).

fibres optiques : fil en verre ou en **plastique** très fin qui a la propriété de conduire la lumière et sert dans les transmissions terrestres et océaniques de données où elles offrent un fort débit d'informations par lequel peuvent transiter aussi bien la télévision, le téléphone, la visioconférence ou les données informatiques.

fibres de verre : fibre inorganique obtenue par fusion et passage à travers une filière puis étirage.

filage : méthode de mise en forme des métaux rendus **ductiles** par forgeage à chaud à travers une filière.

film mince : **électrode** de faible épaisseur.

filtre d'ondes : dispositif permettant de ne laisser traverser qu'une partie des ondes **électromagnétiques** qui l'atteignent, en fonction de leur longueur d'onde.

fissile : se dit d'un **nucléide** dont le **noyau** est susceptible de subir une **fission** par absorption de **neutrons**. En toute rigueur, ce n'est pas le noyau appelé fissile qui subit la fission mais le noyau composé formé suite à la **capture** d'un **neutron**.

fission : éclatement d'un **noyau lourd** en deux morceaux, accompagné d'émission de **neutrons**, de rayonnements et d'un important dégagement de chaleur.

flagelle : filament mobile de certaines cellules (bactéries, algues, champignons, spermatozoïdes) qui leur sert d'organe locomoteur.

fluage : déformation progressive d'un solide sous l'effet d'un champ de **contraintes** appliqué pendant des durées longues. Le fluage peut être activé par la chaleur (**fluage thermique**) et/ou par l'**irradiation** (**fluage d'irradiation**).

fluence : nombre total de particules (par exemple d'**ions**, de **neutrons**...) arrivant par unité de surface. Unité de **dose** utilisée pour quantifier l'**irradiation** des matériaux.

fluor et perfluoré : le fluor est un **élément** chimique de symbole F et de **numéro atomique** 9 ; il s'agit du premier élément de la famille des halogènes, de masse atomique 19.

fluorescéine ($C_{20}H_{10}Na_2O_5$) : substance chimique complexe composée de deux **molécules** de phénols liées à un cycle furanique, lui-même relié à un acide benzoïque ; cette substance émet une lumière réfléchie de fluorescence lorsqu'elle est excitée sous les **ultraviolets**.

fluorescence : émission de lumière provoquée par l'**absorption** d'un flux incident (de lumière, d'un **rayonnement électromagnétique X** ou d'**électrons**) puis la désexcitation rapide des électrons des couches **atomiques** externes du corps luminescent, cette perte d'énergie se traduisant par l'émission d'une nouvelle radiation électromagnétique. Si sa longueur d'onde se situe dans la partie visible du spectre, il y a **luminescence**.

flux (ou vitesse d'endommagement) : nombre de particules (par exemple d'**ions**) par unité de surface et par unité de temps ; **flux neutronique** : nombre de **neutrons** qui traversent une unité de surface par unité de temps.

fonctionnalisation : dans une acception large, adaptation d'un objet chimique, physique ou biologique pour lui faire exécuter les fonctions recherchées. Dans une acception plus étroite, on parlera par exemple de fonctionnalisation des surfaces pour fixer à un matériau certains **groupements fonctionnels** chimiques.

force de Laplace : force électromagnétique qui s'exerce sur l'ensemble des charges d'un matériau conducteur.

force de Van der Waals (du nom du physicien Johannes Diderik Van der Waals, prix Nobel de physique en 1910) : interaction électrique de faible intensité entre **atomes**, **molécules**, ou entre une molécule et un **cristal**.

frittage : opération consistant à souder les **grains** de précurseurs pulvérulents (de métal et/ou de composé inorganique) en réalisant un traitement thermique à une température inférieure au point de fusion du constituant principal afin d'en faire un solide continu. Celui-ci est appelé **céramique** dans le cas de précurseurs inorganiques (poudre céramique).

fullerène : **molécule** composée de **carbone** pouvant prendre une forme rappelant celle d'une sphère, d'un ellipsoïde, d'un tube (appelé

nanotube) ou d'un anneau ; les fullerènes sont similaires au **graphite**, composé de feuilles d'anneaux hexagonaux liés, mais contenant des anneaux pentagonaux et parfois heptagonaux, ce qui empêche la feuille d'être plate.

furane (C₄H₄O) : composé hétérocyclique simple et fondamental, constitué d'un cycle **aromatique** de 5 atomes dont un atome d'oxygène ; utilisé en tant que réactif ou précurseur en chimie organique.

fusion : processus de production d'énergie faisant appel à la fusion des **noyaux d'éléments légers** (isotopes de l'**hydrogène**).

G

gadolinium : élément chimique, de symbole Gd et de **numéro atomique** 64 qui est un métal des terres rares.

gaine, gainage : enveloppe étanche entourant la matière **combustible**, destinée à **confiner** les matières **radioactives**, à assurer sa tenue mécanique dans un **cœur** de réacteur et à transmettre la chaleur depuis le combustible vers le **caloporteur**.

gallium : élément chimique, de symbole Ga et de **numéro atomique** 31 ; arséniure de gallium : composé chimique d'arsenic et de gallium (matériau **semi-conducteur** III-IV, utilisé en particulier pour réaliser des composants micro-ondes et des composants optoélectroniques, des **diodes** électroluminescentes infrarouge ou des cellules **photovoltaïques**).

gaz carbonique ou dioxyde de carbone : composé chimique composé d'un **atome** de **carbone** et de deux atomes d'oxygène et dont la formule brute est : CO₂.

gaz à effet de serre : gaz présents dans l'atmosphère terrestre et contribuant au réchauffement planétaire (vapeur d'eau et **dioxyde de carbone** notamment).

gaz de houille : gaz produit lors de la transformation de la houille en **coke**.

génotoxicité : propriété de certains agents toxiques, physiques ou chimiques, à déclencher des mutations qui affecteront le patrimoine génétique des organismes exposés.

germanium : élément chimique de la famille des cristallogènes, de symbole Ge et de **numéro atomique** 32 ; métalloïde **semi-conducteur**.

gonflement : déformation due à l'**irradiation**, provoquée par la germination et la croissance de cavités formées par l'accumulation de **lacunes**.

grains : **crystallites** élémentaires d'un matériau, « collées » entre elles grâce aux **joints de grains**.

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

graphène : **cristal** bidimensionnel (monoplan) de **carbone** dont l'empilement constitue le **graphite**.

graphite : une des trois formes **allotropiques** du **carbone** à structure **cristalline** en feuillets de **graphène**, dans laquelle chaque **atome** est lié à trois de ses voisins.

gravimétrie : désigne soit une méthode géophysique, dite de potentiel, qui étudie les variations spatiales du champ de pesanteur, soit un ensemble de méthodes d'analyse ou de séparation, basées sur les différences de densité.

H

hafnium : élément chimique dont le symbole Hf et de **numéro atomique** 72.

hélianthine : indicateur coloré utilisé en chimie pour marquer la présence d'un milieu acide (il vire en rose-rouge) ou d'un milieu basique (il vire en jaune-orangé) ; utilisé pour les dosages acido-basiques.

hélium : élément chimique de **numéro atomique** 2 et de symbole He, le plus léger après l'**hydrogène**. L'**hélium 4**, dont le **noyau** – ou **particule alpha** (α) – est composé de deux **protons** et de deux **neutrons**, est l'**isotope** de très loin le plus répandu. L'**hélium 3**, dont le noyau est constitué de deux protons et d'un seul neutron, possède un **spin nucléaire** non nul.

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).

hétérologue : provenant d'un autre organisme.

hydrocarbure : **molécule** composée uniquement de **carbone** et d'**hydrogène** (**molécule hydrocarbonée**).

hydrodynamique : partie de la mécanique des fluides s'intéressant aux écoulements de fluides incompressibles ou peu compressibles, aux forces et aux pressions qui s'appliquent lors de ces écoulements ainsi qu'à la turbulence.

hydrogel : réseau de chaînes **polymères** initialement solubles dans l'eau, mais qui sont devenues insolubles après **réticulation**.

hydrogène : élément chimique à trois **isotopes** dont l'un est un **atome** simplement formé d'un **proton** et d'un **électron** (¹H), les autres étant le **deutérium** (²H) et le **tritium** (³H) ; **proton** ¹H : **noyau** d'hydrogène.

hydrolyse : décomposition d'un corps par fixation des **ions** H⁺ et OH⁻ provenant de la dissociation de l'eau.

hydrophile/hydrophobe : qui attire/repousse l'eau.

hydroxyde : un des deux **ions** constitutifs de l'eau, produit spontanément avec les ions hydroniums (H⁺) par son auto-dissociation ; plus une solution aqueuse est riche en ions hydroxydes (OH⁻), plus le potentiel **hydrogène** (pH) est élevé.

hydrures : composé d'**hydrogène** et de tout corps simple autre que l'**oxygène**.

hyperfréquence : **radiofréquence** suffisamment élevée pour permettre l'emploi de techniques telles que celles des guides d'ondes et des cavités.

hystérésis : propriété d'un système qui tend à demeurer dans un certain état quand la cause extérieure qui a produit le changement d'état a cessé.

I

ignifugation : traitement visant à rendre non combustible un matériau naturellement inflammable.

ilménite : **oxyde** minéral de fer et de **titane** de formule chimique FeTiO₃ qui appartient au système **cristallin** trigonal.

immunoglobuline : variété d'anticorps fabriquée par certains globules blancs (lymphocytes, plasmocytes).

impédance : mesure l'opposition d'un circuit électrique au passage d'un courant alternatif sinusoïdal.

implantation ionique : procédé par lequel des **ions** peuvent être implantés dans un solide dont ils modifient les propriétés, produisant à la fois une modification chimique de la cible et éventuellement un changement dans sa structure **cristalline**. L'équipement d'implantation comprend une source d'ions, un **accélérateur électrostatique** (ou implanteur) et une chambre où est placée la cible.

indium : élément chimique, de symbole In et de **numéro atomique** 49.

insuline : hormone polypeptidique sécrétée par les cellules du pancréas ; qualifiée d'hypoglycémiant, son rôle est de maintenir constante la concentration du sang en glucose ; lorsque sa sécrétion est insuffisante, il y a apparition du diabète.

interaction : relation mutuelle entre deux ou plusieurs éléments.

intercalation : phénomène d'insertion réversible du **lithium** dans une structure hôte, originellement de type lamellaire.

interdiffusion : échange d'espèces entre deux systèmes.

ion : **atome** ou **molécule** qui a perdu ou gagné un ou plusieurs **électrons** et se trouve ainsi électriquement chargé (**cation** : ion chargé positivement ; **anion** : ion chargé négativement).

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*).

ionoconducteur : conducteur dont les porteurs de charges sont des **ions**.

ionomère : copolymère thermoplastique « **réticulé** ioniquement » : la **réticulation** améliore la cohésion du **polymère** et la conductivité électrique.

ions lourds : **noyaux** d'**atomes** positivement chargés et dont la masse dépasse celle du noyau d'**hélium 4** (**particule alpha** ou α).

iridium : **élément** chimique de symbole Ir et de **numéro atomique** 77.

irradiation : exposition à un rayonnement **ionisant** et, par extension, effet de l'exposition.

isotopes : formes d'un même **élément** chimique dont les **noyaux** possèdent un nombre de **protons** identique (ainsi qu'un nombre identique d'**électrons** gravitant autour du noyau) mais un nombre de **neutrons** différent. Les **isotopes lourds** ont un **numéro atomique** élevé.

isotropes : se dit des corps qui, dans les classifications systématiques des corps chimiques, sont rangés à la même place.

J

joule (J) : unité dérivée de travail, d'énergie et de quantité de chaleur du Système International. Le joule est défini comme étant le travail produit par une force de 1 newton dont le point d'application se déplace de 1 mètre dans la direction de la force, ou celui fourni quand un courant de 1 **ampère** traverse une résistance de 1 ohm pendant 1 seconde.

K

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. 0 K = - 273,15 °C correspond au « zéro absolu » où toute forme de matière est figée.

L

lactosérum : également appelé « petit-lait », c'est la partie liquide issue de la coagulation du lait qui ne contient plus, ni caséine ni matière grasse.

laiton : **alliage** de cuivre et de **zinc**, aux proportions variables.

lanthane : **élément** chimique, de symbole La ayant pour **numéro atomique** 57.

lanthanides : famille des **éléments** de **numéro atomique** compris entre 57 (lanthane) et 71 (lutécium). Ils sont dotés de propriétés chimiques très proches de celles des **actinides**.

liaison covalente : liaison entre deux **atomes** qui saturent leur dernière orbite en partageant une ou plusieurs paires d'**électrons**.

liaison ionique : liaison se caractérisant par le *transfert* d'**électrons** d'un **atome** vers un autre, mais sans *partage* comme dans une **liaison covalente**.

ligand : **atome**, **ion** ou **molécule** dont les fonctions chimiques lui permettent de se lier à un ou plusieurs atomes ou ions centraux.

liposome : vésicule lipidique artificielle.

liquéfaction : changement d'état d'une substance qui, par l'effet de la chaleur, passe de l'état solide à l'état liquide.

lit fluidisé : technique dans laquelle le courant ascendant d'un fluide contrebalance le poids apparent des particules d'un produit pulvérulent qui s'écoule alors comme un fluide.

lithium : **élément** chimique, de symbole Li et de **numéro atomique** 3 ressemblant à du **sodium**, mais moins actif, qui entre dans la composition d'**alliages**.

M

macro : préfixe qui signifie grand et qualifie un objet dont les dimensions sont à l'échelle humaine, de plus de 1 mm ; par exemple, une macromolécule est une grande **molécule**.

magnétisme : phénomène physique, par lequel se manifestent des forces attractives ou répulsives d'un objet sur un autre, ou avec des charges électriques en mouvement.

manganèse (de Magnesia, partie de la province grecque de Thessalie dont dérive également le mot grec de *magnes* signifiant « aimant ») : **élément** chimique de symbole Mn et de **numéro atomique** 25 ; métal gris-blanc, dur et fragile, qui ressemble au fer, qui fond rapidement mais est facilement **oxydé**.

marquage radioactif : introduction d'**éléments** chimiques **radioactifs** dans une **molécule**, une substance, un organisme vivant, afin d'en étudier les déplacements.

martensitique (structure) : **structure cristalline cubique centrée** rencontrée dans certains **alliages** métalliques, en particulier certains aciers.

masse molaire : masse d'une **mole** d'une substance (un corps simple, un composé chimique) ; elle s'exprime en grammes par mole ($\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ou g/mol).

matrice (composites) : matériau entourant le **renfort** (en général des fibres) et dont les principales fonctions sont de donner de la cohésion à l'ensemble du matériau **composite** et de permettre de transmettre les efforts au renfort mécanique.

matrice (déchets) : matrice organique ou minérale (**verre**, bitume, liant hydraulique, **céramique**) ayant pour fonction l'immobilisation d'un **déchet** pour éviter sa dispersion, et/ou le **confinement** des **radionucléides** à long terme.

matrice extracellulaire ou ECM (extracellular matrix) : réseau de **molécules** situées dans le milieu extracellulaire et qui interagissent les unes avec les autres ; elle comprend principalement des protéines fibrillaires (collagène et élastine), des protéines d'adhésion cellulaire (fibronectine et laminine) et des protéoglycanes (acide hyaluronique).

mécanique quantique : ensemble de principes et de règles opératoires élaborés en physique à partir d'observations de propriétés du rayonnement incompatibles avec la physique classique.

mécanistique : relatif au mécanisme. Théorie philosophique qui considère que tout phénomène est le produit des propriétés mécaniques de la matière.



mésoscopique : qui se situe à une échelle intermédiaire entre les échelles **nanoscopique** et **microscopique** : une **mésosstructure** est une structure à cette échelle.

métabolisme : ensemble des réactions couplées se produisant dans les cellules de l'organisme ; il permet soit d'extraire l'énergie des nutriments (catabolisme), soit de synthétiser les constituants nécessaires à la structure et au bon fonctionnement des cellules (anabolisme).

métallurgie des poudres : procédé d'élaboration d'**alliages** métalliques – différent du procédé plus classique par fusion – ou de **céramiques**, passant par le mélange de poudres élémentaires, la compaction puis par une étape de traitement thermique avec ou sans compaction (densification par **frittage** ou **filage**).

métaux de transition : famille des 38 **éléments** de **numéros atomiques** 21 à 30, 39 à 48, 72 à 80 et 104 à 112, parmi lesquels le **manganèse**, le fer, le **cobalt**, le **nickel**, le **chrome**, le platine...

méthane : **hydrocarbure** de formule brute CH_4 étant le plus simple composé de la famille des alcanes ; gaz produit par des organismes vivants, il s'utilise comme combustible ainsi que comme liquide réfrigérant ; il est également reconnu comme étant l'un des principaux **gaz à effet de serre**.

métrique : fonction qui définit une distance entre les éléments d'un ensemble.

micelle : agrégat sphéroïdal de **molécules**, appelé **tensioactif**, comprenant une tête polaire **hydrophile** et une chaîne **hydrophobe**.

micro : préfixe μ du millionième (10^{-6}). 1 **micromètre** (μm) ou **micron** = 10^{-6} mètre.

microélectronique : spécialité de l'électronique qui s'intéresse à l'étude et à la fabrication de **composants électroniques** à l'échelle **micrométrique**.

microscope à effet tunnel (STM pour Scanning Tunneling Microscope) : cet instrument permet d'explorer, à l'échelle **atomique**, la topologie des surfaces de solides **conducteurs** au moyen d'une sonde effilée, de façon que son extrémité soit constituée de seulement quelques atomes, et se déplaçant le long de la surface. L'interaction pointe-surface est mesurée par le nombre d'**électrons** qui circulent par effet tunnel entre la sonde métallique et la surface conductrice. La microscopie à effet tunnel est basée sur le fait qu'il y a une probabilité non nulle qu'une particule d'énergie inférieure à la hauteur d'une barrière de potentiel puisse la franchir (**effet tunnel**). Le STM permet également d'étudier des surfaces plongées dans un liquide.

microscope électronique à balayage (MEB, en anglais SEM pour Scanning Electron Microscope) : dans les microscopes à balayage, l'image est construite point par point en balayant une petite sonde d'**électrons** sur l'objet. Pour chaque position de la sonde, un signal est enregistré sur un ou plusieurs détecteurs, et un logiciel ou une carte d'acquisition réalise une cartographie des signaux détectés. Sa **résolution** avoisine 1 nm.

microscope électronique à transmission (MET, en anglais TEM pour Transmission Electron Microscope) : un faisceau-sonde d'**électrons** est envoyé sur l'échantillon et le traverse avant d'être détecté. Un système de lentilles (bobines produisant un **champ magnétique** qui dévie les électrons) permet de focaliser le faisceau sur l'échantillon, puis un autre ensemble de lentilles modifie le faisceau de sortie pour former une image grossie de l'objet. Sa **résolution** peut atteindre 0,1 nm, soit l'échelle **atomique**. Tout comme le **microscope électronique à balayage**, le MET est un instrument de choix pour voir les structures en volume, les interfaces et la composition chimique.

microscopie : ensemble des techniques d'imagerie des objets de petites dimensions opérées par un appareil nommé microscope ;

il existe trois types de microscopie : la microscopie optique, la **microscopie électronique** et la microscopie à sonde locale.

microscopie à force atomique (AFM pour Atomic Force Microscopy) : 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 piézoélectrique (PFM pour Piezoresponse Force Microscopy) : ce mode de fonctionnement particulier du **microscope à force atomique (AFM)**, appelé *mode de réponse piézoélectrique*, permet de réaliser une cartographie de l'état de **polarisation** des domaines **ferroélectriques** d'un échantillon. En appliquant une tension continue entre la pointe de l'AFM et l'échantillon, il est possible de polariser localement l'échantillon.

microsonde de Castaing : méthode d'analyse chimique (en anglais *Electron Probe MicroAnalysis*, EPMA), inventée par Raimond Castaing en 1951, qui consiste à bombarder une zone d'un échantillon d'un diamètre de l'ordre du **micron** avec un faisceau d'**électrons** focalisé, et à analyser le spectre des **rayons X** émis en réponse à cette sollicitation.

microstructure : appliqué au **combustible** nucléaire ou à un matériau, ce terme désigne la forme, la taille et l'agencement de ses composants (**grains** d'un matériau **polycristallin**, minéraux) et de ses vides (**porosité**, **lacunes**...).

modélisation : représentation simplifiée (**modèle**) d'un système ou d'un processus afin de le **simuler**, rassemblée dans un logiciel de calcul (souvent appelé **code**), sous forme d'expressions mathématiques. La taille de **maille**, dans l'espace et dans le temps, donne la **résolution** du modèle.

modérateur : matériau formé de **noyaux** légers qui ralentissent les **neutrons** par diffusions élastiques. Il doit être peu **capturant** afin de ne pas « gaspiller » les neutrons et être suffisamment dense pour assurer un ralentissement efficace.

module d'Young (ou module d'élasticité longitudinal) : pour un matériau « élastique » soumis à des efforts de traction ou de compression, rapport établi dans le sens de la longueur entre la variation de **contrainte** et la variation de déformation. Découlant de la loi de Hooke (déformation proportionnelle à la contrainte), il s'exprime comme une pression mesurée généralement en **MPa** ou en **GPa**.

mole : 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, soit $6,03 \cdot 10^{23}$ (nombre d'Avogadro). **M** = mole/litre.

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

molybdène : **élément** chimique, de symbole Mo et de **numéro atomique** 42.

moment magnétique : grandeur M décrite mathématiquement par un vecteur ayant la dimension d'une intensité de courant (en **ampères**) multipliée par une surface ($\text{A} \cdot \text{m}^2$), 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 .

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**.

monomère : substance, le plus souvent organique, utilisée dans la **synthèse** des **polymères** au cours d'une réaction de polymérisation.

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 (traduisant sa précision) sur l'ensemble des valeurs obtenues. Les **simulations de Monte-Carlo cinétique** permettent de reproduire et également de prédire une large variété de comportements cinétiques à une échelle **mésoscopique**.

mouvement brownien : du nom du botaniste écossais Robert Brown (1773-1858), il s'agit de la description mathématique du mouvement aléatoire d'une « grosse » particule immergée dans un fluide et qui n'est soumise à aucune autre interaction que des chocs avec les « petites » **molécules** du fluide environnant ; il en résulte un mouvement très irrégulier de la grosse particule.

N

naïon : **polymère** classiquement utilisé comme **électrolyte** dans les PEMFC fabriqué par **Dupont de Nemours**.

nano : préfixe **n** du milliardième (10^{-9}) ; 1 **nanomètre** (nm) = 10^{-9} mètre.

nanoparticule/nanostructure : particule/structure de taille **nanométrique**.

nanophotonique : étude de la lumière à l'échelle **nanométrique**.

nanostructuration : formation de motifs structuraux à l'échelle **nanométrique**.

nanotechnologie : ensemble des procédés de fabrication et de manipulation de structures, de dispositifs et de systèmes matériels à l'échelle du **nanomètre** ; pareillement pour les **nanoaérosols**, **nanomatériaux**, **nanoobjets**, **nanoparticules**, **nanoproduits**, **nanotraceurs**...

nanotoxicologie : étude de la toxicité des particules ultrafines (de 1 à 100 **nanomètres**).

nanotube de carbone : structure **cristalline** constituée d'un ou plusieurs feuillets de **graphène** enroulés sur eux-mêmes, d'un diamètre **nanométrique** mais dont la longueur peut atteindre plusieurs, voire plusieurs centaines de **micromètres**. Selon l'orientation de l'enroulement, il peut être soit **métallique**, soit **semi-conducteur**.

neutron : particule fondamentale électriquement neutre, de masse $1,675 \cdot 10^{-27}$ kg. Les neutrons sont, avec les **protons**, les constituants (**nucléons**) des **noyaux atomiques**. Ils peuvent provoquer la **fission** de noyaux **fissiles** dans les réacteurs nucléaires.

neutrons rapides : **neutrons** libérés lors de la **fission**, se déplaçant à très grande vitesse (20 000 km/s). Leur énergie est de l'ordre de 2 **MeV**.

neutrons thermiques : également appelés **neutrons** lents (ou thermalisés), neutrons en équilibre thermique avec la matière dans laquelle ils se déplacent à une vitesse de l'ordre de 2 à 3 km/s. Leur énergie est inférieure à 1 **eV**.

nickel : **élément** chimique de symbole Ni et de **numéro atomique** 28 ; métal blanc argenté, faisant partie du groupe du fer ; très résistant à l'**oxydation** et à la **corrosion**, il entre dans la composition de nombreux **alliages**.

nickelates : **oxydes** contenant du **nickel** et de composition $\text{Ln}_2\text{NiO}_{4+6}$ (dans le cas présent avec $\text{Ln}=\text{Nd}, \text{La}, \text{Pr}$).

nitruure : composé chimique associant de l'**azote** à un corps simple, souvent un métal.

nitruure d'aluminium (AlN) : matériau **semi-conducteur** à large **bande interdite** (6,2 eV), réfractaire ; isolant électrique possédant une très grande **conductivité thermique** et présentant une grande résistance à l'**oxydation** et l'abrasion.

nombres quantiques : en **mécanique quantique**, l'**électron** est caractérisé par quatre nombres. Le **nombre quantique principal** n , nombre entier ≥ 1 , correspond au numéro de la couche électronique et indique en grande partie l'énergie de l'électron et la taille de l'orbitale qui augmente avec n . Le **nombre quantique secondaire** l , qui peut prendre toutes les valeurs entières comprises entre 0 et $n - 1$, définit principalement la forme de l'orbitale – orbitales s ($l=0$), p ($l=1$), d ($l=2$), f ($l=3$)... Le **nombre quantique magnétique** m , dont les valeurs entières s'étendent de $-l$ à $+l$, détermine l'orientation de l'orbitale décrite par l'électron. Enfin, le **nombre quantique de spin** s représente le **spin** de l'électron, soit $\pm 1/2$. En XPS et en XPEEM, la notation est $n l_{l+s}$.

normaux mètre cube (Nm³) : unité de débit qui permet de comparer des mesures effectuées dans des conditions différentes et réelles ramenées aux conditions standard de température et de pression : 0 °C et 1 **bar** absolu.

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

noyaux lourds : dénomination donnée aux **isotopes** des **éléments** dont le **numéro atomique** est égal ou supérieur à 80. Tous les **actinides** et leurs *produits de filiation* figurent dans ce groupe.

nucléide : espèce nucléaire caractérisée par son nombre de **protons** Z (**numéro atomique**), son nombre de **neutrons** N et par son nombre de masse A , égal à la somme du nombre de protons et du nombre de neutrons ($A = Z + N$).

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

O

ohmique : caractéristique d'un transport de charge (résistance, contact, perte...)

olivine : **silicate ferromagnésien** qui doit son nom à sa couleur vert olive, répondant à la formule générale $(\text{Fe}, \text{Mg})_2(\text{SiO}_4)$; se forme à hautes pressions, en l'absence d'eau, dans des milieux déficitaires en quartz ; par extrapolation, les composés de structure analogue, tel que le LiFePO_4 sont souvent désignés par le terme d'olivine.

organométallique (composé) : composé organique renfermant au moins une liaison **carbone**-métal.

ostéogenèse : processus de formation des os.

oxydation : réaction au cours de laquelle un **atome** ou un **ion** perd des **électrons**. La plus courante est celle dans laquelle un composé se combine avec un ou plusieurs atomes d'oxygène, formant ainsi un **oxyde**.

oxydes lamellaires : mélanges d'oxygène, d'un élément de transition (**cobalt**, **nickel**...) et, généralement, d'un élément **alcalin** (**lithium**, **sodium**), formant des composés dont la structure est construite par un empilement successif de couches d'éléments de transition et de couches d'éléments alcalins.

oxydoréduction : réaction chimique au cours de laquelle se produit un transfert d'électrons ; l'espèce chimique qui capte les électrons est appelé « oxydant » ; celle qui les cède, « réducteur ».

P

palladium : élément chimique métallique rare (0,015 ppm dans la croûte terrestre), du groupe du platine, de symbole Pd et de numéro atomique 46.

pascal : unité légale de pression (Pa). Parmi ses multiples, le mégapascal (1 MPa = 10⁶ Pa), le gigapascal (1 GPa = 10⁹ Pa). 1 bar = 10⁵ Pa = 0,987 atmosphère.

passivation : traitement de surface que l'on fait subir à un métal afin de le rendre inattaquable par certains agents chimiques.

pastille : élément combustible en céramique de forme cylindrique et dont l'empilement dans le tube de gainage constitue la colonne fissile (crayon ou aiguille) d'un réacteur.

peptide : chaîne comportant moins de 50 acides aminés reliés par des liaisons peptidiques.

percolation : processus physique critique qui décrit, pour un système, une transition d'un état vers un autre ; notamment, capacité de certains matériaux (grains de platine, catalyseurs, chaînes polymères...) à être connectés, entre eux, pour former une chaîne continue.

perfluoropolyéther (PFPE) : polymère riche en atomes de fluor, très utilisé comme lubrifiant.

période (radioactive) : durée au bout de laquelle la moitié des atomes radioactifs initialement présents dans un échantillon de nucléide radioactif a disparu en se désintégrant naturellement.

perméabilité : pour un matériau, c'est une grandeur intrinsèque à ce dernier ; elle mesure sa capacité à laisser passer un fluide ; elle est indépendante du fluide.

permittivité : grandeur exprimant la capacité d'un matériau à stocker de l'énergie électrique en présence d'un champ électrique. Elle est désignée par le symbole ϵ .

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.

pH : mesure de la concentration en ions hydrogène dans un liquide. En dessous d'un pH 7, il est dit acide ; au-dessus, alcalin.

phénol (hydroxybenzène, acide phénique, ou encore acide carbolique) : la plus simple des molécules de la famille des phénols, elle se compose d'un cycle aromatique benzénique (hydrocarbure aromatique) et d'une fonction hydroxyle.

phosphate et **phosphate de fer lithié** : composé à base de phosphore et d'oxygène, et composé à base de phosphore, d'oxygène, de fer et de lithium.

photon : quantum d'énergie d'un rayonnement électromagnétique. Particule élémentaire, sans masse ni charge électrique, associée à un tel rayonnement ; **photons X** : particules constitutives des rayons X.

photovoltaïque : effet par lequel l'énergie lumineuse est directement transformée en énergie électrique dans un semi-conducteur.

physicochimie : chimie qui se sert des lois de la physique pour interpréter les phénomènes chimiques.

pi-conjugaison : un système chimique est dit conjugué quand il est formé d'atomes liés entre eux de façon covalente avec au moins une liaison de type II délocalisée.

piézoélectrique (effet) : propriété de certains cristaux de se déformer proportionnellement à l'application d'un champ électrique ; l'effet inverse, toujours présent, est l'apparition de charges électriques lors de l'application d'une contrainte mécanique.

plasma : état de la matière portée à une température telle que les atomes en sont en majorité ou en totalité ionisés.

plasmaformage : projection du matériau, au moyen d'une torche plasma, sur un support qui représente la géométrie interne de la forme recherchée.

plastique : mélange contenant une matière de base (un polymère) susceptible d'être façonné, en général à chaud et sous pression, afin de conduire à un semi-produit ou à un objet.

plenum (de l'aiguille) : volume libre à l'intérieur de l'aiguille, non occupé par la matière combustible. Il sert à confiner les gaz de fission relâchés par le combustible et à éviter que ce relâchement ne conduise à augmenter par trop la pression dans l'aiguille.

plutonium : élément chimique de numéro atomique 94 et de symbole Pu possédant des isotopes, de ²³²Pu à ²⁴⁷Pu. Cinq sont importants pour l'industrie nucléaire : du ²³⁸Pu au ²⁴²Pu, surtout le ²³⁹Pu, élément fissile, produit dans les réacteurs à partir d'uranium 238.

poison neutronique consommable : substance dotée d'un pouvoir élevé de capture des neutrons (neutrophage) introduite à dessein dans un réacteur nucléaire pour contribuer au contrôle des variations à long terme de la réactivité grâce à sa disparition progressive (qui compense la perte de réactivité due à l'appauvrissement du combustible). Le gadolinium est un élément particulièrement neutrophage.

polarisation : orientation dans une même direction des moments magnétiques, et par suite des spins, de tout ou partie des noyaux d'une substance déterminée ou des particules d'un faisceau ; **polarité** : signe positif ou négatif qui permet de distinguer les pôles d'un aimant ou de distinguer les pôles d'un générateur électrique.

polyacrylique : relatif aux polyacrylates et aux dérivés polymères de l'acide acrylique.

polyamide : polymère contenant des fonctions amines résultant d'une réaction de polycondensation entre les fonctions acide carboxylique et amine.

polyanionique : désigne de façon usuelle un composé dont les atomes d'oxygène sont liés, au moins en partie, à des atomes de phosphore, de silicium, de soufre ou de germanium.

polycarbonate : polymère issu de la polycondensation du bisphénol A et d'un carbonate ou du phosgène ; ou par transestérification, qui donne une matière plastique disposant d'excellentes propriétés mécaniques et d'une résistance thermique permettant une utilisation entre -135 °C et 135 °C.

polychlorure de vinyle (PVC pour polyvinyl chloride) : polymère thermoplastique de grande consommation, amorphe ou faiblement cristallin.

polyéthylène (PE) : un des polymères les plus simples et les moins chers qui appartient à la famille des polyoléfines.

polyéthylène téréphtalate (PET) : polymère obtenu par la polycondensation de l'acide téréphtalique et de l'éthylène glycol ; pour simplifier, il s'agit d'un pétrole raffiné.

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 (ant. dépolymérisation).

polyméthacrylate de méthyle (PMMA pour Polymethyl Methacrylate) : thermoplastique transparent dont le monomère est le méthacrylate de méthyle (MAM) ; ce polymère est plus connu sous son premier nom commercial de Plexiglas (nom déposé).

polypeptide : polymère constitué de plusieurs acides aminés.

polyphényléther (PPE) : polymère riche en atomes de fluor, très utilisé comme lubrifiant.

polypropylène (-CH₂-CH(CH₃)-)_n : polymère thermoplastique semi-cristallin (symbole PP) de grande consommation.

polysaccharides : sucres complexes constitués par la polymérisation d'oses (monosaccharides).

polyuréthane : polymère d'uréthane (composé produit par la réaction d'un isocyanate et d'un alcool) ; il s'agit de plastiques ayant de nombreuses applications : colles, peintures, caoutchoucs, mousses, fibres...

porosité : ensemble des interstices ou pores, connectés ou non, d'un matériau. Le taux de porosité est égal au rapport du volume des vides sur le volume total. La porosité est dite fermée lorsque les pores ne sont pas accessibles par des agents extérieurs. Elle est dite ouverte quand les pores communiquent avec l'extérieur du matériau.

porteur (de charge) : électrons ou trou (défaut d'électron) dont le déplacement crée le courant électrique.

ppm : partie par million ; **ppb** : partie par milliard (américain billion 10⁹).

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).

précipitation : formation dans une solution d'une substance solide insoluble (précipité) par réaction chimique entre deux (ou plusieurs) composés.

produits de fission : nucléides générés soit directement par la fission nucléaire, soit indirectement par la désintégration des fragments de la fission. Ils sont gazeux (gaz de fission) ou solides (volatils ou non).

projection thermique : technique de traitement de surface par voie sèche, permettant de réaliser des revêtements épais de natures variées sur divers substrats. Un gaz vecteur sert à accélérer et transporter de fines particules (typiquement 5 à 100 micromètres) d'un matériau fondu sur une surface à recouvrir. Les gouttelettes se déposent à la surface et se solidifient. L'apport d'énergie se fait grâce à une flamme ou un arc électrique.

propane : hydrocarbure saturé de la famille des paraffines, de formule chimique CH₃ ; c'est un gaz plus lourd que l'air, facilement liquéfiable.

protéase : enzyme qui dégrade les protéines.

protéine : macromolécule biologique composée par une ou plusieurs chaînes polypeptidiques.

protéolyse : dégradation des protéines sous l'effet d'enzymes.

proton : particule constitutive du noyau atomique (nucléon) portant une charge électrique positive égale et opposée à celle de l'électron. Un proton est 1 836 fois plus lourd qu'un électron.

protonique : relatif au proton.

pulvérisation cathodique : formation de couches minces par éjection d'atomes d'un matériau cible lors d'un bombardement par des ions de gaz rares accélérés sous haute tension.

pulvérisation cathodique magnétron : pulvérisation cathodique équipée d'un magnétron (un jeu d'aimants permanents situé sous la cible) afin d'augmenter la densité ionique au voisinage de cette cible. L'effet magnétron permet d'entretenir la décharge avec une plus faible pression, améliorant d'autant la qualité de la pulvérisation.

PVD (Physical Vapor Deposition, dépôt physique en phase vapeur) : technique de dépôt d'un revêtement consistant à générer une vapeur sous vide de matériaux divers combinés avec des gaz réactifs pour créer des composés. Cette vapeur est transférée sous vide et se condense sur les parties à recouvrir. Une des méthodes de génération de la vapeur est l'évaporation et peut être initiée par l'utilisation d'un faisceau d'électrons, émis par un filament de tungstène chargé, pour bombarder une anode cible (EB-PVD, Electron Beam Physical Vapor Deposition).

pyrocarbone (ou carbone pyrolytique) : carbone produit par décomposition à haute température d'un hydrocarbure gazeux, et utilisé comme couche d'enrobage dans la composition de particules de combustible.

PZT (pour Titano-Zirconate de plomb) : matériaux de formule chimique Pb(Zr_xTi_{1-x})O₃, très utilisés dans l'industrie en raison de propriétés ferroélectriques, piézoélectriques, pyroélectriques.

Q

quadripolaire (interaction) : les noyaux dont le spin est supérieur à 1/2, appelés quadripoles, possèdent un moment quadripolaire ou quadripolaire. Ils sont donc sujets à une interaction spécifique avec le gradient de champ électrique local. Cette interaction n'est pas présente pour les noyaux les plus utilisés, notamment en biologie et en chimie organique, tels que ¹H, ¹³C, ¹⁵N, ²⁹Si, ³¹P. Toutefois, pour les verres, tous les noyaux (sauf ²⁹Si) sont des noyaux quadripolaires.

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.

R

radioactivité : propriété d'un nucléide de se transformer spontanément en un autre nucléide, avec émission d'un rayonnement (particules, rayons X, rayons gamma...), ou d'être le siège d'une fission spontanée accompagnée d'une émission de particules et de rayons gamma.

radioélément : élément dont tous les isotopes sont radioactifs.

radiofréquence (RF) : fréquence qui se situe dans la gamme 9 kHz-3 000 GHz.

radionucléide : nucléide instable d'un élément qui décroît ou se désintègre spontanément en émettant un rayonnement.

radio-opportuniste : système de transmission radio dans lequel l'équipement de radiocommunication matériellement le plus simple possible est capable de se configurer dynamiquement de façon logicielle pour traiter n'importe quel type de signal.

Raman (spectrométrie) : le spectre lumineux diffusé par une substance illuminée par un rayonnement monochromatique infrarouge comporte des raies provenant du couplage entre le rayonnement émis et les vibrations et rotations des molécules traversées (effet Raman). L'analyse de ces raies renseigne sur les molécules en présence.



rayonnement infrarouge (IR) : partie du spectre **électromagnétique** couvrant les **rayonnements** dont les longueurs d'onde sont comprises entre 760-780 nm et 1 mm.

rayonnement ultraviolet (UV) : région du spectre **électromagnétique** caractérisée par une longueur d'onde de 100 à 400 nm qui se subdivise en plusieurs sous-régions : le **proche ultraviolet** (250 à 400 nm), l'**ultraviolet lointain** (180 à 250 nm) et l'**ultraviolet du vide (VUV)** (100 à 180 nm). L'**ultraviolet extrême (UVE)** correspond à des longueurs d'onde entre 100 et 10 nm.

rayons X : **rayonnement électromagnétique** dont la longueur d'onde, comparable aux distances **interatomiques**, est comprise entre quelques fractions de **nanomètre** (0,005 nm) et entre 1 et 100 nm, et l'énergie entre quelques **keV** et quelques centaines de keV.

réacteur à eau bouillante (REB) : réacteur dans lequel l'ébullition de l'eau se fait directement dans le **cœur**.

réacteur à eau sous pression (REP) : réacteur dans lequel la chaleur est transférée du **cœur** à l'échangeur de chaleur par de l'eau maintenue sous une pression élevée dans le **circuit primaire**, afin d'éviter son ébullition.

réacteur à neutrons rapides (RNR) : réacteur sans **modérateur** dans lequel la majorité des **fissions** sont produites par des **neutrons** présentant des énergies du même ordre de grandeur que celle qu'ils possèdent lors de leur production par fission.

réacteur nucléaire de quatrième génération : nouvelle génération de systèmes énergétiques nucléaires, étudiée à l'échelle internationale, présentant à la fois des qualités d'économie, de sûreté, de minimisation des **déchets** et de résistance à la prolifération améliorées par rapport aux réacteurs existants ou en construction. Six **filières** de réacteurs, la plupart à **cycle fermé** et à **neutrons rapides**, ont été retenues pour l'approfondissement des études, utilisant comme **caloporteur** le **sodium**, le plomb, l'eau supercritique, le gaz (**hélium**) ou des sels fondus.

réacteur UNGG (uranium naturel-graphite-gaz) : type de réacteur utilisant un **combustible** à base d'**uranium naturel** métallique, du **graphite** comme **modérateur** et du **gaz carbonique** sous pression (**CO₂**) comme fluide **caloporteur**. Ces réacteurs ont été utilisés en France dans les années 1960-1970.

réacteurs à eau légère (REL) : famille de réacteurs dans lesquels l'eau ordinaire joue à la fois le rôle de **caloporteur** et de **modérateur**. La famille des REL regroupe les **réacteurs à eau sous pression REP** et les **réacteurs à eau bouillante REB**.

réaction en chaîne : suite de **fissions** nucléaires au cours desquelles les **neutrons** libérés provoquent de nouvelles fissions, à leur tour génératrices de nouveaux neutrons provoquant de nouvelles fissions et ainsi de suite.

réactivité : écart relatif par rapport à l'unité du rapport du nombre de **neutrons** produits par **fission** au nombre de neutrons disparus au sein d'un réacteur nucléaire.

recuit : opération de traitement thermique soit par chauffage, soit par **irradiation**, d'un matériau induisant des phénomènes de **précipitation**, restauration et/ou croissance des **grains**.

recyclage : valorisation de matières réutilisables après un processus de production. Dans un réacteur nucléaire, réutilisation de matières **fissiles** (**plutonium** généré, **uranium 235** résiduel...) issues d'un cycle précédent après **traitement** du **combustible usé**. Le recyclage est **homogène** (dilution des matières dans tout le combustible) ou **hétérogène** (matières placées dans des assemblages cibles).

redox (réduction/oxydation) : potentiel définissant l'affinité d'une **molécule** pour les **électrons** ; centre redox : groupement moléculaire participant au transfert d'électrons entre **molécules**.

réfractaire : résistant à certaines influences physiques ou chimiques, comme par exemple les très hautes températures.

réfraction : phénomène de déviation d'une onde lorsque sa vitesse change entre deux milieux, qui survient généralement à l'interface de ces deux milieux ou lors d'un changement de densité ou d'impédance du milieu.

résine échangeuse d'ions : un échangeur d'**ions** est un solide capable d'échanger les ions qu'il contient avec d'autres provenant d'une solution, par déplacement d'équilibre. Pour accélérer les échanges et atteindre cet état d'équilibre, le solide doit présenter une surface de contact maximale avec la solution. À l'origine, les premiers échangeurs d'ions étaient des zéolites (composés naturels minéraux). Aujourd'hui, ce sont des composés organiques ou inorganiques de synthèse. Une résine échangeuse d'ions est constituée d'un réseau tridimensionnel de **polymère** de haute masse, le plus souvent du polystyrène, sur lequel sont greffés des **groupements fonctionnels ionisés** ou ionisables qui lui confèrent la propriété d'échangeur d'ions.

résistivité (d'un matériau) : généralement symbolisée par ρ , elle représente la capacité du matériau à s'opposer à la circulation du courant électrique. Elle correspond à la résistance d'un tronçon de matériau de 1 m de longueur et de 1 m² de section ; elle est exprimée en **ohm-mètre ($\Omega \cdot m$)**.

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 magnétique nucléaire et RMN (spectroscopie) : **spectroscopie** basée sur le phénomène de résonance magnétique nucléaire consistant à faire interagir une onde **radiofréquence (RF)** avec un système à étudier - la fréquence RF est différente selon le **champ magnétique** et le **noyau** à regarder - pour ensuite détecter le signal réémis par l'échantillon (**signal RMN**) qui donne des informations sur la structure locale autour du noyau.

réticulation : formation d'un ou de plusieurs réseaux tridimensionnels, par voie chimique ou physique.

rhéologie : étude de la déformation et de l'écoulement de la matière sous l'effet d'une contrainte appliquée.

RNR-G (réacteur à neutrons rapides refroidi au gaz - en anglais GFR Gas Fast Reactor) : réacteur à haute température refroidi au gaz, généralement à l'**hélium**, à **neutrons rapides**, permettant le **recyclage homogène** ou **hétérogène** des **actinides**. Il est l'un des six concepts de réacteurs sélectionnés par le Forum international Génération IV, une collaboration internationale visant à développer des **systèmes nucléaires de quatrième génération**.

RNR-Na (réacteur à neutrons rapides refroidi au sodium - en anglais SFR Sodium Fast Reactor) : réacteur refroidi au **sodium** liquide, à **neutrons rapides**, associé à un **cycle fermé** permettant le **recyclage** de l'ensemble des **actinides** et la régénération du **plutonium**. Il est l'un des six concepts de réacteurs sélectionnés par le Forum international Génération IV, une collaboration internationale visant à développer des **systèmes nucléaires de quatrième génération**.

ruthénium : **élément** chimique, de symbole Ru et de **numéro atomique** 44, qui fait partie des métaux du groupe du platine (dits métaux de transition).

S

samarium : élément chimique, de symbole Sm et de **numéro atomique** 62 ; métal rare, de couleur argentée, relativement stable à l'air libre mais qui s'enflamme spontanément à 150 °C.

scandium : élément chimique, de symbole Sc et de **numéro atomique** 21.

sélénium : élément chimique, de la famille des chalcogènes, de symbole Se et de **numéro atomique** 34.

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**. De type *n* (électrons porteurs de charge majoritaires) ou de type *p* (trous porteurs de charge majoritaires) selon les **dopants** utilisés.

silanols : composés chimiques contenant au moins un **atome** de **silicium** directement lié à un groupe **hydroxyle** ; ils sont similaires aux alcools comme les silanes le sont aux alcanes.

silicate : composé chimique formé par l'association de la **silice** SiO₂ avec un autre **oxyde**.

silicium : élément chimique de la famille des **crystallogènes**, de symbole Si et de **numéro atomique** 14 ; il existe à l'état non cristallin (silicium amorphe) et à l'état cristallin (sous différentes formes) ; n'existe pas à l'état libre, mais sous forme de composés : dioxyde de silicium (SiO₂), la silice (dans le sable, le quartz, la cristobalite, etc.), ou d'autres **silicates** (dans les feldspaths, la kaolinite...) ; depuis longtemps utilisé comme composant essentiel du verre, il a aujourd'hui de nouveaux usages en électronique, pour la production de matériaux tels que les silicones ou les modules solaires photovoltaïques.

siloxanes (de **silicium**, oxygène et alcane) : classe de composés du **silicium**, de formule R₂SiO, où R est un groupe radical qui peut être organique ; ces composés peuvent être des hybrides organiques et inorganiques. Les chaînes organiques confèrent au composé des propriétés **hydrophobes** alors que la chaîne principale -Si-O-Si-O- est purement inorganique.

simulant : la complexité de la logistique du travail en environnement **radioactif** entraîne fréquemment l'utilisation d'**isotopes** stables du même **élément** ou d'éléments qui présentent des caractéristiques chimiques comparables à celles des **radionucléides** étudiés. Ces éléments sont appelés simulants.

simulation numérique : reproduction par le calcul du fonctionnement d'un système, préalablement 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**.

SOI (pour *Silicon On Insulator*) : technologie (**silicium** sur isolant) dans laquelle un film de silicium ultramince est transféré sur un support mécanique isolant (selon le procédé *Smart Cut*[™] breveté par le CEA/Leti) permettant, notamment, d'augmenter les performances et de diminuer la consommation des microprocesseurs.

solvant : substance capable de dissoudre un corps ; **soluté** : corps dissous.

sonde atomique tomographique : technique permettant, par exemple, de remonter à la répartition spatiale des divers **atomes** constitutifs d'un **alliage** en arrachant un à un les **ions** d'une pointe métallique taillée dans cet alliage, en les accélérant dans un champ électrique et en mesurant leur temps de vol jusqu'à un détecteur.

soudage par diffusion par compression uniaxiale (SDU) : procédé d'assemblage à l'état solide qui consiste à appliquer une force à chaud sur les pièces à souder pendant un temps donné. Il permet d'obtenir des joints homogènes ou hétérogènes particulièrement résistants, y compris avec des matériaux réputés non soudables entre eux.

soudage par friction malaxage (*Friction Stir Welding*) : procédé d'assemblage à l'état solide dans lequel un outillage mis en rotation rapide vient frotter au niveau du plan de joint des deux pièces, provoquant un ramollissement des matériaux en présence. L'outil pénètre alors dans le plan de joint et mélange intimement les matériaux.

soudage par Spark Plasma Sintering (SPS) : procédé d'assemblage de pièces par **frittage** à chaud avec un champ électrique pulsé.

soudage résistance : procédé utilisant comme moyen de chauffage l'**effet Joule** produit par le passage d'un courant de forte intensité, amené par des **électrodes** en **alliage** de cuivre, à travers l'assemblage. L'intensité électrique chauffe la matière jusqu'à la fusion. Cette technique est donc dépendante de la **résistivité** des matériaux, de l'épaisseur totale de l'assemblage et du diamètre des électrodes.

source RCE (Résonance cyclotronique électronique - en anglais ECR *Electron Cyclotron Resonance*) : elle équipe un grand nombre d'**accélérateurs d'ions lourds**, en particulier pour produire des **ions multichargés** (atomes dont plusieurs **électrons** ont été arrachés). Un **plasma** est créé dans une chambre à vide magnétisée, en injectant une **onde électromagnétique** dont la fréquence est égale à la **fréquence de précession de Larmor** des électrons. Cette onde génère des électrons énergétiques qui sont capables d'**ioniser** les atomes jusqu'aux couches profondes.

spectre (neutronique) : distribution en énergie de la population des **neutrons** présents dans le **cœur** d'un réacteur.

spectrométrie : mesure et interprétation de **spectres** de quantités liées à la constitution physique ou chimique d'un corps ou à l'analyse d'une onde.

spectrométrie de masse : technique physique d'analyse permettant de détecter et d'identifier des **molécules** d'intérêt, par mesure de leur masse, et de caractériser leur structure chimique ; son principe réside dans la séparation en phase gazeuse de molécules chargées (**ions**) en fonction de leur rapport masse/charge (*m/z*).

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 d'absorption des rayons X : cette technique permet de mesurer les variations du coefficient d'**absorption** des **rayons X** dans un domaine d'énergie de quelques centaines d'**électronvolts** au-delà du seuil d'**ionisation** d'un **élément** chimique. Elle renseigne sur les caractéristiques **électroniques** de l'élément analysé (XANES, *X-ray Absorption Near Edge Structure*), ainsi que sur son environnement **atomique** (EXAFS, *Extended X-ray Absorption Fine Structure*).

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** d'un **atome**. Les atomes dont les noyaux sont composés d'un nombre pair de **protons** et d'un nombre pair de **neutrons** ont un spin nul, comme par exemple le **carbone 12** (6 protons + 6 neutrons). Par contre, le noyau d'**hydrogène**, constitué d'un seul proton, possède un spin égal à 1/2. Le noyau d'**oxygène 17** (8 protons + 9 neutrons), quant à lui, a un spin nucléaire de 5/2.

spinelle de magnésium : structure **crystalline** d'**oxydes** de formule $[(Mg^{2+})_2 (Al^{3+})_2 (O^{2-})_4]$ dans laquelle les **ions** oxygène forment un empilement compact de type **cubique à faces centrées**, les **cations** Mg^{2+} et Al^{3+} occupant respectivement les sites tétraédriques et octaédriques de ces assemblages.

spintronique : discipline qui se fonde sur le **spin** des **électrons**.

stérique : relatif à la configuration spatiale d'une **molécule**.

stockage (de déchets radioactifs) : opération consistant à placer les **déchets radioactifs** dans une installation spécialement aménagée pour les conserver de façon potentiellement définitive. Ce terme désigne aussi l'installation dans laquelle les déchets sont placés, sans projet de reprise ultérieure. La reprise serait néanmoins possible dans le cas d'un stockage réversible (voir aussi **entreposage**). Le **stockage en couche géologique profonde** des déchets radioactifs est le stockage de ces substances dans une installation souterraine spécialement aménagée à cet effet.

stœchiométrie : étude des proportions suivant lesquelles, au cours d'une réaction chimique, les réactifs se combinent et les produits se forment. Une réaction est dite **stœchiométrique** lorsque les quantités de réactifs sont dans des proportions **molaires** identiques à celles de l'équation chimique.

strontium : **élément** chimique, de symbole Sr et de **numéro atomique** 38 ; mou, malléable, gris-jaune, il forme un film d'**oxyde** protecteur au contact de l'air ; s'enflamme et brûle facilement dans l'air et réagit avec l'eau.

structure cubique à faces centrées : structure **crystalline** dans laquelle les **atomes** occupent les huit sommets d'un cube et le centre de chacune des faces de ce cube.

structure cubique centrée : structure **crystalline** dans laquelle les **atomes** occupent les huit sommets ainsi que le centre d'un cube.

supercalculateur massivement parallèle : calculateur de grande puissance constitué d'un grand nombre de processeurs reliés entre eux et exécutant simultanément des tâches différentes dans le but d'accroître ses performances ou ses capacités.

supraconducteur : métal ou **alliage** dont la **résistivité** tombe brusquement à une valeur quasi nulle à une température **critique** (**supraconductivité**).

surface spécifique : superficie réelle de la surface d'un objet par opposition à sa surface apparente.

synchrotron (rayonnement) : rayonnement caractéristique de toute particule chargée soumise à une accélération. Dans le cas de particules relativistes, le rayonnement revêt des qualités exceptionnelles (domaine spectral continu de l'**infrarouge** aux **rayons X**, faible divergence, **polarisation**, cohérence, structure temporelle), utilisables pour sonder la structure et les propriétés électroniques de la matière.

synthèse : préparation d'une substance chimique (matériau actif d'**électrode** par exemple), obtenu à partir de ses éléments constitutifs.

T

tantale : **élément** chimique du tableau périodique, de symbole Ta et de **numéro atomique** 73.

taux de combustion : rapport, habituellement exprimé en pourcentage, du nombre de **noyaux atomiques** d'un **élément** ou d'un ensemble d'éléments donnés qui disparaissent par **fission**, au nombre de noyaux initiaux présents dans le **combustible**. Il est alors exprimé en at %. Couramment utilisé pour évaluer l'**épuiement spécifique**, quantité d'énergie thermique par unité de masse de combustible obtenue en réacteur entre le chargement et le déchargement du combustible (**combustion massive**), il

s'exprime en mégawatt-jour par tonne (MW-j/t) ou en gigawatt-jour par tonne (GW-j/t).

teflon : marque déposée de la firme Du Pont de Nemours et nom commercial du tétrafluoréthylène.

tensioactif (en anglais *surfactant*) : substance dont chaque **molécule**, constituée d'une partie **hydrophile** et d'une partie **hydrophobe**, a la propriété de diminuer la tension superficielle du liquide dans lequel elle est dissoute, solubilisant dans l'eau des produits non miscibles par formation de **micelles**.

tension : (*définition générale*) circulation du champ électrique le long d'un circuit ; (*définition usuelle*) différence de potentiel électrique entre deux points d'un circuit électrique (**électrode** positive et électrode négative).

terme source : dans le contexte de la gestion des **déchets radioactifs**, nature et quantité de produits **radioactifs** rejetés, ou susceptibles de l'être, par une installation nucléaire ou par un **colis** de matières radioactives. Le terme source, utilisé dans les **modèles** de calcul, sert notamment à évaluer les conséquences d'un rejet radioactif accidentel dans l'environnement.

terres rares : famille d'**éléments** qui comprend essentiellement les **lanthanides** ainsi que l'**yttrium** (39) et le **scandium** (21). En font notamment partie l'europium, le **gadolinium** et l'**erbium**.

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.

tétragonale (phase) : en forme de prisme droit à base carrée. La **structure tétragonale** (ou **quadratique**) est un système **crystallin** dont la **maille** élémentaire est un prisme droit à base carrée.

thermocompression : action d'une mise en forme d'un produit par une compression à chaud.

thermodurcissable : qui perd définitivement toute plasticité sous l'effet de la chaleur.

thermodynamique : branche de la physique qui décrit les transferts d'énergie au sein de la matière.

thermomécanique : discipline étudiant l'énergie physique et les changements d'état de la matière.

thermoplastique : qui est relatif à la plasticité d'un corps et à sa dilatation en fonction de la chaleur.

thorium : **élément** chimique de **numéro atomique** 90 et de symbole Th, assez abondant dans la nature, possédant des **isotopes** de ²²³Th à ²³⁵Th. Les isotopes ²²⁷Th, ²²⁹Th et ²³³Th sont **fissiles** par **neutrons thermiques**.

titanate : composé de formule ATiO_{3+δ}.

titanate de strontium : **oxyde** de **titane** et de **strontium** de formule SrTiO₃ ; cristallise dans une structure **pérovskite**, **cubique** à température et pression ambiantes, et se présente sous la forme d'un **crystal** transparent ; utilisé en **microélectronique**, sous forme de monocristal en tant que substrat ou sous forme de **céramique** pour ses propriétés **diélectriques**.

titane : **élément** chimique métallique de symbole Ti et de **numéro atomique** 22.

toluène : également appelé méthylbenzène ou phénylméthane, c'est un **hydrocarbure aromatique** sous la forme d'un liquide transparent, très répandu et utilisé comme produit de départ industriel ou comme **solvant**.

tomographie : technique d'imagerie qui permet d'obtenir, à partir de l'enregistrement et du traitement d'un signal, une image tridimensionnelle. D'un point de vue mathématique, elle se

décompose en une **modélisation** directe des phénomènes physiques mesurés et en un modèle inverse, ou reconstruction, s'appuyant sur les résultats du modèle direct.

tomographie X : technique non destructive qui permet la reconstruction d'images « en coupe » d'un objet à trois dimensions. Son principe repose sur l'analyse multidirectionnelle de l'interaction d'un faisceau de **rayons X** avec la matière, par enregistrement par des détecteurs du rayonnement transmis après traversée de l'objet.

traceur : **élément** ou composé chimique, identifiable aisément par des méthodes **physicochimiques** ; le traçage consiste à utiliser un traceur pour suivre les déplacements de matières dans une réaction chimique ou dans l'environnement.

traitement ou retraitement (du combustible usé) : trisélectif des matières contenues dans les **combustibles usés** afin d'en extraire celles qui sont valorisables et **recyclables** (**uranium** et **plutonium**) ou éventuellement **transmutables**, et de **conditionner** les **déchets ultimes**.

transducteur : dispositif convertissant une grandeur physique en une autre.

transistor : **composant électronique** actif fondamental en électronique, utilisé comme interrupteur, pour l'amplification, pour stabiliser une tension, moduler un signal...

transistor à effet de champ : dispositif **semi-conducteur** de la famille des **transistors** qui utilise un champ électrique pour contrôler la forme et donc la **conductivité** d'un « canal » dans un matériau semi-conducteur.

transmutation : transformation d'un **nucléide** en un autre par une réaction nucléaire. La transmutation envisagée pour la gestion des **déchets radioactifs** vise à transformer un nucléide à **période** longue en un nucléide à période plus courte ou en un nucléide stable.

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 et/ou en induisant une transformation de phases de type **martensitique** (sans diffusion).

U

ultratrace : la trace est un **élément** présent à une faible concentration ; cette notion varie avec l'évolution de la sensibilité des techniques et n'a pas la même signification pour un biologiste, un géochimiste ou un métallurgiste : on parle de trace quand l'élément à doser est présent à des concentrations variant entre quelques dizaines de mg/kg à quelques dizaines de **microgrammes/kg** et d'ultratrace pour des concentrations inférieures.

uma (unité de masse atomique) : 1 uma est par définition égale à 1/12 de la masse d'un **atome** de **carbone** 12, soit environ $1,6606 \cdot 10^{-27}$ kg.

uranium : **élément** chimique de **numéro atomique** 92 et de symbole **U**, qui existe à l'état naturel (**uranium naturel**) sous forme d'un mélange de trois **isotopes** : ^{238}U fertile (99,28 %), ^{235}U fissile (0,71 %) et ^{234}U (traces).

usure en dépouille : l'usure provient des sollicitations mécaniques et thermiques engendrées par les mouvements relatifs entre la pièce, l'outil et le copeau. L'usure en dépouille s'observe sur la face de dépouille principale et apparaît suivant une bande striée et brillante, de largeur moyenne notée VB, parallèle à l'arête de coupe. Elle est due au frottement de la pièce.

V

varactors CMOS (pour Complementary Metal Oxide Semiconductor) : capacités variables utilisant des circuits actifs.

VCO (pour Voltage Controlled Oscillator) : oscillateurs contrôlés en tension utilisant des inductances et des capacités.

verre nucléaire : **matrice** minérale utilisée pour le **confinement** des **déchets nucléaires** de **haute activité**. Le verre présente la structure d'un liquide figé, c'est-à-dire un ordre à courte distance (enchaînement de tétraèdres de **silice**) et une absence d'ordre à moyenne distance, ce qui lui permet d'accueillir la plupart des **produits de fission** et des **actinides mineurs** issus du **traitement** des **combustibles usés**.

verre R7T7 : type de **verre** borosilicaté, destiné au **confinement** des **déchets** issus du **traitement** des **combustibles usés**, et dénommé d'après le nom des ateliers R7 et T7 de l'usine de La Hague dans laquelle il est produit.

vie longue : terme s'appliquant aux **radionucléides** de **période** supérieure à 30 ans.

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

vitrification : opération consistant à incorporer les **déchets radioactifs** dans du **verre** pour leur donner un **conditionnement** stable, sous forme de **colis** susceptibles d'être **entreposés** ou **stockés**.

volt (V) : unité de force électromotrice et de différence de potentiel (ou tension) qui doit son nom à Alessandro Volta, inventeur italien de la pile électrique, en 1800.

voltamétrie : méthode d'électroanalyse basée sur la mesure du flux de courant résultant de la réduction ou de l'**oxydation** des composés tests présents en solution sous l'effet d'une variation contrôlée de la différence de potentiel entre deux **électrodes** spécifiques ; permet d'identifier et de mesurer quantitativement un grand nombre de composés (cations, certains anions, composés organiques), dont certains simultanément. Il permet également d'étudier les réactions chimiques incluant ces composés.

voltampérométrie : technique de mesure de la puissance dans des circuits parcourus par des courants électriques.

W

watt (W) : unité de puissance correspondant à la consommation d'un **joule** par seconde. Principaux multiples : le kilowatt (1 kW = 10^3 watts), le mégawatt (1 MW = 10^6 watts), le gigawatt (1 GW = 10^9 watts) et le térawatt (1 TW = 10^{12} watts) ; **watt-heure (Wh)** : énergie consommée ou délivrée par un système d'une puissance de 1 W pendant 1 heure.

Y

yttrium : **élément** chimique, de symbole Y et de **numéro atomique** 39.

Z

zinc : métal existant dans la nature, combiné avec le soufre dans la blende, et à l'état d'hydrate et d'**oxyde** dans la calamine.

zircone : nom commun de l'**oxyde** de **zirconium** (ZrO₂) ; matériau **céramique** technique d'aspect opaque, appelé CZ (Cubic Zirconia) lorsqu'il est transparent ; utilisé pour imiter le diamant.

zirconium : **élément** métallique de **numéro atomique** 40. Les **alliages** de zirconium sont très utilisés pour les **gaines** de **combustible** de **réacteurs à eau**.