Glossaire

A

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.

accrétion : capture de matière par un objet céleste sous l'effet de la **force de gravitation**.

adiabatique : se dit d'un système qui n'échange pas de chaleur avec l'extérieur.

adsorption : fixation de **molécules** sur une surface solide par un processus généralement passif et non spécifique (par exemple, par effet électrostatique en milieux gazeux ou liquide). La **désorption** est le phénomène inverse.

algorithme : méthode théorique de calcul numérique qui est mise en œuvre sur un ordinateur par le biais d'un langage de programmation.

amas de galaxies : ils sont formés de centaines de **galaxies**. Elles ne constituent cependant que 5 % de la masse totale de l'amas tandis que la **matière noire** en constitue 70 à 80 %. Le reste est un gaz chaud dont la température atteint 10 à 100 millions de degrés. Ce **plasma** est un fort émetteur de **rayons X**. Ces trois composantes sont liées entre elles par l'**attraction gravitationnelle**.

amas stellaire : groupe d'**étoiles** nées d'un même nuage **moléculaire** et qui sont encore liées par la **gravitation**. Ces étoiles ont donc le même âge et la même composition chimique. Il convient de distinguer les **amas ouverts**, groupes de quelques dizaines à quelques milliers d'étoiles se formant dans les nuages moléculaires du plan galactique, et les **amas globulaires** de structure sphérique, composés de quelques dizaines de milliers à quelques millions d'étoiles.

angström (Å) : 1 Å = 10^{-10} mètre.

anisotropie : voir **isotropie**.

année-lumière : distance parcourue en un an par la lumière (à la vitesse de 299 792,458 km/s dans le vide), soit 9 460,53 milliards de kilomètres ou 63 239 **unités astronomiques**.

antimatière : se compose d'antiparticules de la même manière que la matière est composée de particules ; à chaque particule est associée une antiparticule, de charge électrique opposée, qui a la propriété de pouvoir s'annihiler avec elle : par exemple, un **électron** et un positon (nom de l'antiélectron) peuvent s'annihiler en deux **photons**.

arcs lumineux : l'image d'une source ponctuelle déformée par une **lentille gravitationnelle** présente souvent des arcs lumineux résultant de la déviation de sa lumière par la masse de la lentille.

astéroïdes : petits corps célestes faits de roches ou de métal qui gravitent autour du **Soleil**, dont la taille est comprise entre un millier de kilomètres et une fraction de kilomètre. Il en existerait au moins un million ayant plus d'un kilomètre de diamètre. La plupart tournent autour du Soleil entre Mars et Jupiter.

astrométrie : branche de l'astronomie qui s'intéresse à la position et aux mouvements des corps célestes.

asymétrie baryonique : différence (non nulle) entre la densité de **baryons** et la densité d'antibaryons.

asymétrie leptonique : différence (non nulle) entre la densité de **leptons** et la densité d'antileptons.

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

attraction gravitationnelle : propriété de tous les objets physiques de l'Univers de s'attirer les uns les autres. La **force gravitationnelle** est universelle et sa portée infinie.

aurores boréales (et australes) : phénomène lumineux coloré créé dans l'*ionosphère* (région de particules chargées dans la haute atmosphère s'étendant pour la Terre de 40 km à 460 km ou plus) d'une **planète** comme la Terre. Il est causé par l'interaction (collisions) entre des particules **ionisées** du **vent solaire** piégées par le **champ magnétique** de la planète et des **atomes** de la haute atmosphère à proximité des pôles magnétiques (aurores boréales dans l'hémisphère Nord ; aurores australes dans l'hémisphère Sud).

B

barrière coulombienne : répulsion électrique qui s'oppose au rapprochement de deux particules chargées (**protons** de deux **noyaux**, notamment), dont les charges sont de même signe. Cet obstacle peut être surmonté si les vitesses relatives des deux particules sont suffisamment grandes. Par le biais de l'**interaction nucléaire**, qui s'exerce à très courte distance, elles peuvent alors subir une réaction de **fusion thermonucléaire**.

baryogenèse : ensemble de processus physiques conduisant à la formation d'une **asymétrie** entre densité de **baryons** et densité d'antibaryons ; **baryogenèse électrofaible :** mécanisme de baryogenèse ayant pour particularité de se produire lors de la transition de phase électrofaible (période de l'histoire de l'Univers au cours de laquelle les particules acquièrent leurs masses).

baryon : particule non élémentaire (état lié de 3 quarks) dont les exemples les plus connus sont le **proton** et le **neutron**, constituants du **noyau** ; l'antibaryon est l'antiparticule d'un baryon comme l'antiparticule du proton est appelée antiproton, celle du neutron antineutron.

big bang : Modèle standard de la **cosmologie** selon lequel l'Univers observable est en expansion depuis environ 14 milliards d'années.

bolomètre : dispositif permettant de mesurer un flux d'énergie incident (porté par des **photons** ou des particules massives) par l'élévation de température consécutive au dépôt d'énergie.

boson de Higgs : particule prévue dans le **Modèle standard** pour expliquer la masse de toutes les autres particules ; elle demeure la dernière particule restant encore à découvrir pour compléter le modèle ; le LHC a été notamment construit pour la produire.

bosons Z et W : comme le **photon** est la particule médiatrice de la **force électrique**, les bosons Z et W sont les médiateurs des **forces faibles**, celles responsables de la **radioactivité** bêta ; au contraire du photon, ils sont très lourds (environ 100 **gigaélectronvolts**, soit 100 fois un **proton**), ce qui explique pourquoi la force faible est beaucoup moins intense que la force électrique.

brane : hypothétiques objets qui peupleraient les dimensions supplémentaires de l'**espace-temps** à plus de 4 dimensions ; dans certains modèles, ces objets plans joueraient le rôle de bord des dimensions supplémentaires.

C

ceinture d'astéroïdes : entre Mars et Jupiter, à 478,72 millions de kilomètres de distance du **Soleil**, gravitent des petits corps de forme irrégulière appelés **astéroïdes**. Il y aurait entre 1 et 2 millions d'astéroïdes de plus de 1 km de diamètre. Large de 200 millions de kilomètres, cette ceinture d'astéroïdes serait une **planète** n'ayant pas pu se former à cause de la **gravitation** de Jupiter.

ceinture de Kuiper : vaste région du système solaire, peuplée d'**astéroïdes** et de noyaux de **comètes**, qui s'étendrait dans le plan de l'**écliptique** (plan de l'orbite terrestre autour du **Soleil**), au-delà de l'orbite de Neptune et jusqu'à 500 **unités astronomiques** du Soleil.

céphéide : **étoile** variable **brillante** de la constellation de Céphée. Sa **luminosité**, sa période d'évolution et sa couleur sont corrélées.

Les céphéides constituent donc de bons indicateurs de distance, notamment pour les **galaxies** proches.

champ magnétique : champ de force généré par des courants électriques. Il s'exprime en **tesla** ou en **gauss** (1 G = 10^{-4} T). La **composante toroïdale** du champ est orientée comme les parallèles du globe. La **composante poloïdale** du champ reliant les pôles est donc orientée comme les méridiens.

champ scalaire : particules et champs sont les deux facettes de la version **relativiste** de la dualité onde-corpuscule de la mécanique **quantique** ; les particules sont classifiées par leur spin (1/2 pour l'**électron** et 1 pour le **photon**) ; les champs scalaires sont les **ondes** associées aux particules de spin 0.

charbon actif : charbon d'origine végétale ayant subi un processus d'activation lui conférant une surface spécifique importante et donc un fort pouvoir **adsorbant**.

choc : discontinuité de densité comme celle produite par un avion passant le mur du son.

chromosphère : couche basse de l'atmosphère solaire située au voisinage immédiat de la **photosphère**.

combustible (thermonucléaire) : **éléments légers** pouvant **fusionner** dans un réacteur **thermonucléaire** (ou une **étoile**) et produire de l'énergie.

comète : corps céleste du système solaire composé d'un noyau rocheux et glacé qui, au voisinage du **Soleil**, s'échauffe et éjecte une atmosphère constituée de gaz et de poussières. La chevelure ou queue ainsi formée peut s'étendre sur des millions de kilomètres.

constante de Boltzmann (k_B) : constante fondamentale intervenant pour exprimer la correspondance entre température et énergie en physique statistique ; $k_B = 1{,}38 \cdot 10^{-23}$ **J/K**.

constante cosmologique : constante ajoutée par Albert Einstein à sa **théorie de la relativité générale** pour aboutir à un Univers stationnaire ; lors de la découverte de l'expansion de l'Univers par Edwin Hubble, en 1929, Albert Einstein abandonna ce concept mais la découverte de l'accélération de l'expansion de l'Univers à la fin des années 1990 a relancé l'idée de la constante cosmologique car son introduction dans la théorie de la relativité générale permet également de décrire un Univers en expansion accélérée.

convective (région ou zone) : zone externe, où les **atomes** ne sont pas forcément **ionisés**, siège de courants **convectifs**.

coordonnées équatoriales (système de) : les **étoiles** sont repérées sur la sphère céleste par l'**ascension droite** et la **déclinaison**. L'ascension droite (α) est l'équivalent sur la sphère céleste de la longitude terrestre. Elle se mesure sous la forme d'un angle exprimé en heures (h), minutes (min) et secondes (s). La déclinaison (δ) est l'équivalent sur la sphère céleste de la latitude terrestre. Elle est exprimée en degrés (°), minutes (') et secondes ('') d'arc. La position des étoiles est souvent donnée par les catalogues en coordonnées **J2000**.

corps noir : corps idéalisé qui **absorbe** totalement les rayonnements à toutes les longueurs d'onde et émet lui-même un rayonnement qui n'est fonction que de sa température.

cosmologie : discipline qui étudie la structure et l'évolution de l'Univers dans son ensemble.

courant de fuite : courant circulant dans le détecteur, sous l'effet d'un champ électrique extérieur appliqué, ceci en l'absence d'éclairement par une source lumineuse, **X** ou **gamma** en l'occurrence.

couronne (solaire ou stellaire) : partie externe de l'atmosphère du **Soleil** (ou de l'**étoile**), transparente, qui s'étend sur des millions de kilomètres.

cryoréfrigérateur : appareil fonctionnant en circuit fermé et produisant du froid à très basse température (à température cryogénique < 120 **K** [< - 150 °C]).

cycle CNO : aussi appelé **cycle du carbone azote (oxygène)**, du nom des **éléments** qui apparaissent et interviennent dans les réactions en servant de catalyseur, ou **cycle de Bethe**, du nom du physicien américain Hans Bethe, prix Nobel 1967. Cycle de réactions thermonucléaires se produisant à l'intérieur des **étoiles** au cours duquel quatre **noyaux** d'**hydrogène** se transforment en un noyau d'**hélium** avec libération d'énergie. Ce cycle ne représenterait que 1,5 % de l'énergie solaire.

cycle solaire : variation périodique de l'**activité solaire**. Le cycle le plus net a une durée approximative de 11 ans. Cette activité se traduit par le développement de **taches solaires**.

D

deutérium : **isotope** « lourd » de l'**hydrogène** dont le **noyau** est formé d'un **proton** et d'un **neutron**. Le deutérium cosmique aurait été fabriqué lors de la **nucléosynthèse primordiale**, de sorte que, le deutérium ne pouvant être créé durablement dans les **étoiles**, la quantité actuellement présente est une indication essentielle sur la densité de la matière dans l'Univers.

diagramme de Hertzsprung-Russell : diagramme ayant pour abscisse un indicateur de la **température effective** des **étoiles** (indice de couleur B-V, **type spectral**...) et pour ordonnée un indicateur de leur **luminosité** totale. Les étoiles se regroupent dans des zones bien définies (**séquence principale**, **géantes**, **supergéantes** et **naines blanches**) qui correspondent à des stades d'évolution distincts d'étoiles de masse et de composition chimique différentes.

disque à symétrie cylindrique : un objet est à symétrie cylindrique s'il reste identique à lui-même lorsqu'on le fait tourner suivant un axe : l'axe de symétrie.

disque d'accrétion : zone de capture par un astre, sous l'effet de la **gravitation**, de matière (poussières et gaz) dont l'accumulation conduit à l'apparition d'objets plus massifs, telles les **planètes** autour d'une **étoile**.

disque protostellaire : disque de gaz issu de l'effondrement d'un nuage diffus au centre duquel une **étoile** est en cours de formation ; les parties externes du disque protostellaire peuvent donner naissance à des **planètes**.

E

échelle des magnitudes : les distances lointaines sont mesurées grâce à la **luminosité** des objets observés ; les astronomes utilisent la **magnitude** qui grade de façon logarithmique l'échelle des luminosités.

effet Compton : processus par lequel un **électron** gagne de l'énergie lors d'une collision avec un **photon** de grande énergie ; **effet Compton inverse :** transfert d'énergie par collision d'un **électron** de très haute énergie à un **photon**.

effet de lentille gravitationnelle : l'infime déviation de la lumière provenant des **galaxies** lointaines renseigne sur la distribution et la quantité de matière traversée en chemin (galaxies, **amas de galaxies**, **matière noire**), qu'elle soit visible ou invisible. L'effet est analogue à celui d'une lentille déformant légèrement le paysage d'arrière-plan.

effet dynamo : propriété que possède un fluide conducteur de générer un **champ magnétique** par ses mouvements et d'entretenir ce champ contre la **dissipation ohmique** (dégagement de chaleur lié à la résistance du conducteur au passage du courant électrique).

effet granulaire du Soleil : la surface du **Soleil** portée à près de 5 800 degrés est très **turbulente** et présente un aspect granulaire correspondant à des cellules **convectives** d'environ la taille de la France.

effet Sunyaev-Zel'dovich (SZ) : diffusion des **photons** du **fond diffus cosmologique** sur les **électrons** chauds du gaz des **amas de galaxies**. Les photons gagnent de l'énergie.

effets de marée : la **force de marée** résulte de l'inhomogénéité du champ **gravitationnel** d'un astre. Elle déforme les corps au voisinage. Dans certains cas, les forces engendrées peuvent provoquer la dislocation des petits corps.

efficacité quantique : efficacité de détection déterminée par le rapport entre le nombre de **photons** détectés sur le nombre de photons incidents. Un détecteur parfaitement efficace a une efficacité quantique de 100 %.

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 (lepton) chargée négativement. L'un des constituants de l'**atome**, gravitant autour du **noyau**.

électron libre : **électron**, normalement lié à distance au **noyau** d'un **atome**, qui a rompu sa liaison avec cet atome.

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

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).

émissivité : rapport entre le rayonnement émis par une surface et celui émis par un **corps noir** à la même température.

énergie noire : énergie de nature inconnue introduite pour expliquer l'accélération qui paraît caractériser l'expansion universelle depuis quelques milliards d'années. Son existence est fondée notamment sur l'observation de certaines explosions d'**étoiles**, les **supernovae de type Ia**.

entropie : quantité physique qui mesure le degré de désordre d'un système.

équation aux moments : équation obtenue en moyennant sur les angles l'équation du transfert **radiatif**.

équation d'état barotropique : l'équation d'état relie, entre elles, les grandeurs **thermodynamiques** d'un matériau (densité, température, pression...) ; elle permet, entre autres, de calculer la pression en fonction de la densité et de la température ; une équation d'état est dite barotropique si la pression ne dépend que de la densité.

équation de Poisson : équation décrivant les propriétés du champ **gravitationnel** et les **forces gravitationnelles** à partir d'une distribution de masse dans l'espace.

équation Vlassov-Poisson : combinaison des équations de l'hydrodynamique de l'évolution d'un fluide et de l'**équation de Poisson** décrivant la **gravitation** ; l'équation de Vlassov-Poisson décrit l'évolution d'un fluide soumis à sa propre **gravité**.

équilibre hydrostatique : équilibre qui s'instaure dans un fluide lorsque la force de **gravité** (le poids) compense exactement le gradient vertical de pression.

espace-temps : notion issue de la **théorie de la relativité restreinte** d'Einstein qui la proposa pour remplacer les notions d'espace et de temps. Le rapport entre les mesures d'espace et celles de temps est donné par une constante dont la valeur ne dépend pas de l'observateur : la vitesse de la lumière dans le vide.

étoile : sphère de gaz constituée pour l'essentiel d'**hydrogène** et d'**hélium** en équilibre sous l'action de son propre poids et de la pression de son gaz. Des réactions de **fusion thermonucléaire** se déroulent dans ses régions centrales. Les **étoiles massives** (de 10 à 100 fois la **masse solaire**) sont très chaudes (10 000 - 30 000 **K** en surface). Elles **brillent** essentiellement dans l'**ultraviolet** et sont de couleur bleue pour nos yeux. Les **petites étoiles** brillent peu, sont rouges, et mènent une vie tranquille. Leur température est faible (1 300 K en surface).

étoile à neutrons : astre essentiellement composé de **neutrons** et qui résulte de l'effondrement ultime d'**étoiles** bien plus massives que le **Soleil**. Leur rayon atteint 10 à 15 km et leur densité 10^{14} g/cm^3. Les **pulsars** (ou **étoiles pulsantes**) sont des étoiles à neutrons magnétiques en rotation rapide.

F

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

fond diffus cosmologique : rayonnement fossile dans le domaine des **micro-ondes**, baignant tout l'Univers, émis au moment où celui-ci est devenu transparent aux **photons**.

force de Lorentz (ou force électromagnétique) : une des quatre forces fondamentales de la physique avec la force de gravitation, les interactions faible et forte ; elle induit l'ensemble des **interactions électriques et magnétiques** observées.

force de Van der Waals : force d'**interaction électrique** de faible intensité entre **atomes** ou **molécules**.

fusion (thermonucléaire) : réaction nucléaire par laquelle de petits **noyaux atomiques** se combinent à haute température pour former de plus gros noyaux possédant une masse plus faible que la somme des masses des premiers, la différence de masse étant convertie en énergie selon la loi d'équivalence masse-énergie d'Einstein $E = mc^2$. Ce type de réactions permet au **Soleil** de **briller** durablement et est directement ou indirectement la source de la presque totalité de l'énergie sur Terre.

G

galaxie : agrégat de milliards, voire de centaines de milliards d'**étoiles** liées par l'**attraction gravitationnelle**, de poussière et de gaz **atomique** et **moléculaire** en quantités variables, formant le **milieu interstellaire**, et de **matière sombre** (ou **noire**) dont la nature reste inconnue. Leurs formes sont diverses. Les **galaxies spirales** sont constituées d'un **disque** fin rempli d'un mélange de gaz, de poussière et d'étoiles, et d'un **bulbe** plus épais au centre principalement rempli d'étoiles. C'est dans le disque qu'apparaissent des bras spiraux plus ou moins nombreux et plus ou moins marqués. Les **galaxies elliptiques**, pauvres en gaz, ont la forme d'une ellipse assez régulière. Les **galaxies irrégulières**, souvent petites et peu massives, sont riches en gaz et pauvres en étoiles. La convention est de mettre un g majuscule pour désigner notre Galaxie, la **Voie lactée** (la Galaxie, Galactique...).

gauss : une unité de mesure du **champ magnétique**, notée G et langage de programmation pour les statistiques ; du nom de Carl-Friedrich Gauss (1777-1855), mathématicien, astronome et physicien allemand.

géante rouge : **étoile brillante** mais à basse température de surface (inférieure à 5 000 **K**), de grande dimension, parvenue à l'un des derniers stades de son évolution après transformation de son **hydrogène** et de son **hélium** en **éléments lourds**.

géantes (étoiles) : **étoiles** en fin de vie ayant épuisé leur **hydrogène** dans le cœur et brûlant de l'hydrogène dans une couche entourant celui-ci. D'autres **éléments** plus **lourds** que l'hydrogène peuvent également être en train de **fusionner** dans le cœur ou en couches. Le rayon de ces géantes est de plusieurs dizaines à plusieurs centaines de fois le **rayon solaire**.

gravité : phénomène par lequel un corps massif attire d'autres corps. Il relève de la **gravitation** qui fait que deux corps s'attirent mutuellement en fonction de leur masse et de l'inverse du carré de leur distance.

grille cartésienne et de résolution uniforme : découpage de l'espace en cellules carrées ou cubiques ayant toutes la même dimension.

H

halo : une vaste région plus ou moins sphérique entourant les **galaxies**, et qui comprend de la **matière noire**, de vieilles **étoiles**, du gaz mais pas de poussière.

héliosismologie : discipline qui étudie l'intérieur du **Soleil** par l'analyse de ses modes naturels d'oscillation. L'étude des vibrations du Soleil, qui se propagent depuis sa surface et vont se réfléchir sur les différentes couches intérieures, permet de mesurer des paramètres comme la vitesse du son ou la vitesse de rotation. L'**astérosismologie** étudie les mouvements sismiques des **étoiles** autres que le Soleil.

hélium : l'**élément** chimique (He) le plus léger après l'**hydrogène**. Son **noyau** est composé de deux **protons** et de deux **neutrons** pour l'**hélium 4**, l'**isotope** le plus répandu (celui de l'**hélium 3** n'a qu'un seul neutron). L'hélium présent dans l'Univers a été synthétisé lors de la **nucléosynthèse primordiale**. Rare dans l'atmosphère terrestre, il est abondant dans les **étoiles** où il est le résultat de la combustion de l'hydrogène.

hertz : unité de fréquence **(Hz)**, égale à un cycle par seconde, d'un phénomène alternatif. Parmi les principaux multiples, le **mégahertz** (1 **MHz** = 10^6 Hz) et le **gigahertz** (1 **GHz** = 10^9 Hz).

horizon cosmologique : terme désignant le fait qu'il peut ne pas être possible de communiquer avec des régions lointaines de l'Univers (**horizon futur** ou **horizon des événements**) ou qu'il n'a jamais été possible de recevoir de signaux de régions très éloignées (**horizon passé**).

hydrogène : **atome** le plus simple, formé d'un **proton** et d'un **électron**.

I

instabilité de Kelvin-Helmholtz : mouvement ondulaire, **turbulent**, qui se développe lors de la rencontre de deux fluides de densité ou de vitesse différentes.

interactions électromagnétique et faible : la théorie actuelle dit qu'il y a 4 interactions : **électromagnétique** (charges électriques, **champs magnétiques**, lumière...), **faible** (**radioactivité** bêta, réactions dans le **Soleil**, **neutrinos**, etc.), **forte** (cohésion des **noyaux**...), **gravitationnelle** ; les interactions électromagnétiques et faibles sont déjà unifiées par le **Modèle standard**.

interféromètre : dispositif dans lequel les **ondes électromagnétiques** peuvent se superposer. En astronomie, les modes de superposition des ondes offrent la possibilité de mesurer les dimensions angulaires d'un objet avec une très grande précision.

interférométrie radio : méthode de mesure exploitant les interférences entre plusieurs **ondes** cohérentes entre elles ; l'interférométrie est utilisée en astronomie (optique ou radioastronomie) pour obtenir une **résolution** équivalente à celle d'un miroir (ou d'un radiotélescope) de diamètre égal à l'écart entre les instruments combinés ; cela permet d'obtenir des instruments de haute résolution à partir d'un ensemble de petits télescopes, moins coûteux à fabriquer qu'un seul grand télescope.

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

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

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

isotrope : qui présente les mêmes propriétés physiques dans toutes les directions (ant. **anisotrope**).

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.

Kevlar : matériau polymère appartenant au groupe des fibres aramides, qui offre d'excellentes propriétés mécaniques (fort module d'Young et charge à la rupture) et une très faible conductivité thermique.

L

lagrangienne (nature) : méthode de description physique d'un fluide qui consiste à suivre son mouvement au cours du temps ; à l'opposé, les méthodes eulériennes décrivent l'écoulement d'un fluide autour d'un point fixe ; l'évolution de la vitesse d'un bateau qui descend une rivière est une donnée lagrangienne tandis que l'évolution du débit de la même rivière au travers d'un barrage est une donnée eulérienne.

leptogenèse : mécanisme de **baryogenèse** dans lequel une **asymétrie leptonique** est formée puis partiellement convertie en **asymétrie baryonique** par les sphalérons.

limite de Chandrasekhar : masse maximale qu'un corps céleste, formé de matière dégénérée (**noyaux** et **électrons**, par exemple une **naine blanche**), peut soutenir grâce à la pression de dégénérescence électronique avant de succomber à l'effondrement **gravitationnel**.

lobe de Roche : région autour de Saturne (ou de toute **planète**), dans laquelle toute agglomération **gravitationnelle** est impossible en raison des **effets de marée**. Le lobe de Roche de Saturne fait environ 140 000 km (~ 2,5 rayons de Saturne). Édouard Roche (1820-1883) était un astronome français.

lois de Newton : ensemble de lois fondatrices de la mécanique écrites par Isaac Newton au 17e siècle. La première loi de Newton, ou principe de l'inertie (initialement formulé par Galilée), stipule

que le centre de **gravité** d'un solide soumis à une force résultante nulle est soit au repos, soit animé d'un mouvement rectiligne et uniforme. La deuxième loi de Newton exprime que la somme des forces appliquées à un objet ponctuel est égale au produit de la masse de l'objet par son vecteur accélération. Enfin, la troisième loi affirme que lorsqu'un solide S1 exerce une force sur un solide S2, le solide S2 exerce sur le solide S1 une force directement opposée. En ajoutant sa loi de la gravitation universelle à ces trois lois de la dynamique, Newton fut capable de démontrer que le mouvement des **planètes** autour du **Soleil** était des ellipses.

lumière Cherenkov ou Tcherenkov (du nom du physicien russe Pavel Cerenkov) **:** phénomène similaire à une **onde** de **choc**, produisant un flash de lumière qui a lieu lorsqu'une particule chargée se déplace dans un milieu avec une vitesse supérieure à la vitesse de la lumière dans ce milieu. C'est cet effet qui provoque la luminosité bleue de l'eau entourant le cœur d'un réacteur nucléaire.

luminosité (d'une étoile ou d'une galaxie) : mesure de la puissance du rayonnement lumineux d'une **étoile** ou d'une **galaxie**, c'est-à-dire de l'énergie qu'elle émet en fonction du temps. Elle s'exprime en **watts (W)**. La **luminosité bolométrique** correspond à la luminosité sur l'ensemble du **spectre électromagnétique**. Les étoiles sont classées en fonction de leur luminosité (de I à VII). Les **supergéantes** de classe I sont les plus **brillantes**, puis viennent les **géantes** brillantes et normales (II et III), les sous-géantes (IV), les **naines** ou étoiles de la **séquence principale** (V), les sous-naines (VI) et les **naines blanches** (VII).

M

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

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

magnitude : échelle de **brillance** des objets astrophysiques. Les **étoiles** visibles à l'œil nu ont une magnitude généralement située entre 0 et 6.

matière noire : composante majeure de l'Univers, plus de six fois plus abondante que la matière visible ordinaire, elle a pour particularité de n'émettre aucun **rayonnement** et de n'interagir que par l'action de la **gravité**. Pour découvrir sa distribution dans l'espace, les astronomes utilisent notamment la déviation de la lumière qu'elle produit (**effet de lentille gravitationnelle**).

mégohm : unité de résistance électrique équivalant à un million d'**ohms**.

météorite : fragment d'**astéroïde** ou de **comète** de taille variable, rocheux ou métallique, circulant dans l'espace et capable d'atteindre la surface d'un astre.

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

microquasars : systèmes binaires où un objet compact (**étoile à neutrons** ou **trou noir**), **accrétant** la matière de son étoile compagnon par le truchement d'un **disque d'accrétion**, provoque l'éjection de jets de matière à des vitesses proches de celle de la lumière.

mode de gravité : en mécanique des fluides, les **ondes** de **gravité** sont générées dans un milieu fluide (ondes internes) ou à l'interface entre deux milieux comme l'air et l'océan (ondes de surface) : c'est le cas des vagues ou des tsunamis. Dans une **étoile**, les modes de gravité sont des ondes stationnaires de basse fréquence dont la force de rappel est la poussée d'Archimède.

modèles de matière noire minimale : modèles proposés récemment en physique des particules pour expliquer la nature de la **matière noire** sans l'encadrer dans des théories complexes telles que la **supersymétrie** ou les **dimensions supplémentaires**.

Modèle standard de la physique des particules : théorie qui décrit les **interactions forte**, **faible** et **électromagnétique**, ainsi que l'ensemble des particules élémentaires qui constituent la matière.

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.

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

moment cinétique (ou angulaire) : mesure de l'énergie de rotation d'un système.

multiplexage : technique consistant à faire passer deux ou plusieurs informations à travers un seul support de transmission ; elle permet de partager une même ressource entre plusieurs utilisateurs. Il existe deux techniques principales de multiplexage : temporelle et fréquentielle (ou, ce qui revient au même, en longueur d'onde).

muon : nom donné à deux particules élémentaires de charge positive et négative selon le **Modèle standard**. Leur masse est 207 fois plus grande que celle de l'**électron** (c'est pourquoi on l'appelle aussi électron lourd) (105,66 **MeV**) et elles possèdent un spin 1/2. Les muons, tout comme les électrons, appartiennent à la même famille de fermions, les leptons. Les muons sont notés μ^- ou μ^+ suivant leur charge électrique.

N

naine blanche : petite **étoile** de faible **luminosité** avec une température de surface voisine de 20 000 **K**. Une naine blanche est une étoile chaude, stable, équilibrée par la répulsion entre ses **électrons**, qui, ayant épuisé son **combustible nucléaire**, se condense. Un tel astre, disposant d'une masse approximativement égale à celle du **Soleil** pour un rayon cent fois plus petit, atteint une densité un million de fois plus grande.

naines (étoiles) : étoiles de la **séquence principale** dont la classe de **luminosité** est V. Le **Soleil**, par exemple, est une **naine jaune**. Les **naines rouges**, quant à elles, très peu massives (entre 0,08 et 0,3 **masse solaire**) et d'une température de surface plus basse que 3 500 **K**, émettent peu de lumière. Leur température centrale n'est pas très élevée et la conversion de l'**hydrogène** en **hélium** s'y effectue à un rythme très lent. Il ne faut pas confondre les étoiles naines avec les **naines blanches** ou les **naines brunes** qui sont des états de l'évolution stellaire.

naines brunes : elles forment une classe d'astres originale, de masse intermédiaire entre les **planètes** et les **étoiles**. En raison de leur masse trop faible, la température et la pression en leur cœur ne sont pas suffisantes pour démarrer ou maintenir les réactions de **fusion thermonucléaire**.

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

nébuleuse : immense nuage de poussières et de gaz situé dans l'espace.

neutralino : nouvelle particule de la **supersymétrie** constituée d'un mélange des partenaires supersymétriques du **photon**, du **boson faible Z** et des **bosons neutres de Higgs** ; il a une charge électrique nulle et une masse prévue de l'ordre de 100 **gigaélectronvolts** ; il est le candidat le plus étudié au rôle de **matière noire**.

neutrino : particule élémentaire de masse très faible (longtemps supposée nulle). Les neutrinos sont émis dans les **réactions**

thermonucléaires au sein des **étoiles**, et en grand nombre lors de l'effondrement gravitationnel d'une **supernova**. Ils sont très difficiles à observer parce qu'ils interagissent très peu avec la matière.

neutron : particule électriquement neutre, 1 839 fois plus lourde qu'un **électron**. Les neutrons sont, avec les **protons**, les constituants des **noyaux atomiques**.

nombre de Reynolds (du nom d'Osborne Reynolds, ingénieur et physicien irlandais) **:** nombre sans dimension utilisé en mécanique des fluides.

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 actifs (de galaxies) : trous noirs de masse comprise entre plusieurs millions et plusieurs milliards de **masses solaires**, émettant une énorme quantité d'énergie suite à des processus complexes d'**accrétion** de matière et de **magnétohydrodynamique relativiste**.

nucléons : particules constitutives du **noyau atomique**, liées entre elles par l'**interaction nucléaire forte** qui en assure la cohésion. **Protons** et **neutrons** sont des nucléons.

nucléosynthèse : ensemble de processus physiques responsables de la formation des **noyaux atomiques**.

nucléosynthèse primordiale : synthèse des **noyaux** de **deutérium**, d'**hélium 3**, d'**hélium 4** et de **lithium 7** en trois minutes lorsque la température de l'Univers primordial est passée de 10 à 1 milliard de degrés.

O

octet : unité de mesure en informatique mesurant la quantité de données. Un octet est lui-même composé de 8 bits, soit 8 chiffres binaires. Le byte, qui est un ensemble de bits adjacents, a presque toujours une taille d'un octet et les deux mots sont généralement, mais abusivement, considérés comme synonymes. Téraoctet : 10^{12}.

onde : mode de propagation d'un phénomène périodique vibratoire. Une onde est caractérisée par sa fréquence et par la longueur qui sépare deux maxima successifs de la vibration, appelée **longueur d'onde**.

onde de Jeans : onde qui se propage dans un milieu, sous l'effet de sa propre **gravité** et comporte des régions plus denses que la moyenne du milieu.

ondes d'Alfvèn (du nom de l'astrophysicien suédois Hannes Alfvèn) **: ondes** magnétohydrodynamiques ; dans un **plasma**, il s'agit d'une oscillation des **ions** et du **champ magnétique** qui se déplace.

ondes de Jeans-Toomree : ondes qui se forment quand, dans un disque, le matériau commence à s'agglomérer sous l'effet de sa propre **gravité**. Elles s'appellent ainsi d'après le nom des deux théoriciens qui, la première fois, ont décrit analytiquement ces structures.

opacité : capacité de la matière à **absorber** les **rayonnements**.

oscillation acoustique baryonique : pendant une longue période de l'histoire de l'Univers, les **baryons** et les **photons** sont en interaction ; il en résulte des oscillations comme celles de deux masses attachées par un ressort ; ces oscillations apparaissent dans la répartition de la matière dans l'Univers.

P

paire d'électrons-trous : dans un semi-conducteur, une partie de l'énergie déposée par un **photon** sert à arracher des **électrons** liés aux **atomes** dans la bande de valence pour les transférer comme **électrons libres** dans la bande de conduction. Un électron arraché laisse une vacance dans le cortège électronique de l'atome ou « trou » ; il faut une énergie minimum pour créer une paire d'électrons-trous de l'ordre de 1,1 **eV** pour le silicium.

parité de Kaluza-Klein : numéro quantique supplémentaire lié à la conservation de l'impulsion 5-dimensionnelle, introduit dans les théories avec **dimensions supplémentaires** ; il vaut +1 pour toutes les particules de la matière ordinaire et -1 pour les copies extra-dimensionnelles ; il doit être conservé dans tous les processus ; en conséquence, une particule de Kaluza-Klein ne peut pas se désintégrer dans des particules ordinaires : le processus de désintégration aurait une particule de parité de KK égal à -1 comme état de départ mais un ensemble de particules de parité de KK égal à +1 comme état d'arrivée, ce qui est interdit par la loi de conservation.

parsec (pc) : unité de longueur définissant la distance pour laquelle une **unité astronomique** (**1 ua**), qui est égale à la **distance entre la Terre et le Soleil**, soit environ 150 millions de kilomètres, est vue sous un angle de 1 seconde d'arc. 1 pc = 206 265 ua = 3,26 **années-lumière**.

pas de temps : étape de base d'une **simulation numérique** calculant l'évolution temporelle d'un système ; en partant d'un état initial, le programme calcule l'état du système au bout d'une durée relativement courte, ou « pas de temps », puis réitère le processus pour le « pas de temps » suivant.

photolithographie : procédé technologique permettant la fabrication de **pixels** à la surface d'un substrat semi-conducteur.

photométrie : mesure de l'intensité d'une source lumineuse.

photon : quantum (unité indivisible) d'énergie du **rayonnement électromagnétique**. Particule élémentaire, sans masse ni charge électrique, associée à un tel rayonnement.

photosphère (solaire) : surface visible du **Soleil**, marquant la frontière entre la zone opaque sous-jacente et la périphérie transparente.

photovoltaïque : effet qui permet de convertir directement la lumière en électricité par le biais de la production et du transport de charges électriques dans un matériau semi-conducteur comportant une partie présentant un excès d'**électrons** et une autre un déficit.

pixel : unité de surface permettant de définir la base d'une image numérique. Son nom provient de la locution anglaise *picture element*, qui signifie « élément d'image » ou « point élémentaire ».

planète : corps céleste non lumineux par lui-même et gravitant autour d'une **étoile**.

planétésimaux : petits corps rocheux du système solaire primordial qui se sont agglomérés pour former des **planètes**, leurs satellites et les **astéroïdes**.

plasma : gaz porté à une température telle que les **atomes** s'**ionisent**. Ses propriétés sont déterminées par les forces électromagnétiques parmi ses constituants (**ions** et **électrons**) d'où différents types de comportement. Considéré sur Terre comme le quatrième état de la matière, il en est dans l'Univers la forme principale.

points de Lagrange : du nom du mathématicien et astronome français d'origine italienne Joseph-Louis Lagrange (1736-1813), qui a déduit mathématiquement qu'un couple d'astres en interaction **gravitationnelle** possédait dans son voisinage cinq points d'équilibre ou points de Lagrange (L1 à L5). En ces points, les forces de gravitation de deux corps (les deux astres) alliées à la force centrifuge peuvent maintenir en équilibre un troisième corps placé sur le même plan orbital à condition que sa masse soit largement inférieure à la leur. De nombreux satellites se trouvent ainsi au **point de Lagrange L1**, situé entre le **Soleil** et la Terre, à 1,5 million de kilomètres de cette dernière. Le **point de Lagrange L2**, également situé à 1,5 million de kilomètres de la Terre, est symétrique de L1 par rapport à la Terre.

polarimétrie : science de la mesure de la **polarisation** de la lumière.

polarisation : en **électromagnétisme**, l'état de polarisation d'une **onde** est caractérisé par la façon dont évolue le **champ électrique** (et le **champ magnétique**) dans le plan d'onde, plan perpendiculaire à l'axe de propagation de l'onde. La figure décrite par le champ électrique peut être alors : un segment de droite, cas de la polarisation rectiligne ; une ellipse, cas de la polarisation elliptique ; un cercle, cas de la polarisation circulaire.

polarisé : dont le vecteur de champ électrique décrivant une vibration électromagnétique se situe dans un plan défini.

polyéthylène : un des polymères les plus simples (plastique inerte) qui appartient à la famille des polyoléfines.

primordial : qui correspond à la phase de l'évolution cosmique très dense, très chaude et très courte (quelques minutes) au cours de laquelle ont été fabriqués les **éléments** les plus **légers** de l'Univers (**deutérium**, **hélium**).

principe anthropique : l'Univers doit être tel que l'existence d'observateurs est permise ; en particulier, les constantes de la nature, comme la constante de structure fine, ne peuvent que peu différer de leurs valeurs mesurées sous peine d'interdire l'existence des **noyaux atomiques**, des **atomes**, etc., rendant ainsi impossible la présence d'observateurs ; appliqué à la **constante cosmologique**, l'existence des **galaxies** implique que celle-ci est forcement bornée par 100 fois la valeur de l'énergie des constituants de l'Univers actuel.

principe cosmologique : l'Univers est **isotrope** et homogène ; l'**isotropie** signifie qu'aucune direction n'est privilégiée ; l'homogénéité correspond à l'absence de point particulier dans l'Univers ; le principe de Copernic énonce que la Terre n'a pas de position privilégiée dans l'Univers.

principe de moindre action et lagrangien : en optique, les rayons lumineux obéissent au principe de Fermat selon lequel ils minimisent le chemin optique entre deux points ; les théories de particules suivent le même schéma ; dans ce cas, le mouvement des particules (ou de leurs champs associés) extrémisent l'action de la particule qui n'est autre que l'intégrale (au sens mathématique) du lagrangien.

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.

pulsar (de *pulsating radio source*) : **étoile à neutrons**, tournant très rapidement sur elle-même, émettant un fort **rayonnement électromagnétique** dans la direction de son axe magnétique.

Q

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 (discontinue) appelée quantum (unité indivisible)) 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.

quasars : objets extrêmement **lumineux** situés au centre de certaines **galaxies**, compacts et pleins d'énergie. Les quasars très lointains témoignent des premiers âges de l'Univers.

R

radiateur passif : refroidisseur entièrement passif utilisant les échanges **radiatifs** (échange de chaleur par rayonnement avec une source à température plus froide).

radiation : énergie émise sous forme de rayonnement.

radiative (région ou zone) : zone proche du cœur, où le gaz est fortement **ionisé** et l'énergie transportée par diffusion des **photons**.

radioactivité naturelle : radioactivité due à des sources non produites par des activités humaines (radon, **rayonnement cosmique**).

rayonnement cosmique : flux de particules chargées (**protons, noyaux** d'**hélium** et d'**éléments lourds**) traversant l'espace interstellaire à des vitesses **relativistes**.

relativiste : se dit de phénomènes impliquant des vitesses proches de celle de la lumière. La matière est dite relativiste lorsque la vitesse avoisine celle de la lumière.

résolution angulaire : plus petite séparation angulaire 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. Elle s'exprime en **minute d'arc** ou en **seconde d'arc**, chaque minute d'arc étant divisée en soixante secondes d'arc.

R-parité : numéro quantique supplémentaire introduit en **supersymétrie**. Il vaut +1 pour toutes les particules de la matière ordinaire et il vaut -1 pour les partenaires supersymétriques. Il doit être conservé dans tous les processus. En conséquence, une particule supersymétrique ne peut pas se désintégrer dans des particules ordinaires : le processus de désintégration aurait une particule de R-parité égal à -1 comme état de départ mais un ensemble de particules de R-parité égal à +1 comme état d'arrivée, ce qui est interdit par la loi de conservation.

S

séquence principale : région du **diagramme de Hertzsprung-Russell** où se trouvent regroupées les **étoiles** dont la source d'énergie est la **fusion** de l'**hydrogène** en **hélium** : parmi elles, le **Soleil** actuel. Les étoiles d'une composition chimique donnée s'installent en fonction de leur masse sur une ligne appelée **séquence principale d'âge zéro** ou ZAMS (*Zero Age Main Sequence*).

signal stochastique : signal aléatoire variant dans le temps. Il se rencontre dans beaucoup de domaines : en physique, en électronique, en chimie et même en musique. Les bulles **convectives** à la surface d'une **étoile** excitent stochastiquement les **ondes** qui se propagent.

simulation numérique : reproduction par le calcul du fonctionnement d'un système, préalablement décrit par un **modèle** ou un ensemble de modèles.

Soleil : **étoile** moyenne de **type spectral** G2V, située au cœur de la **séquence principale** du **diagramme de Hertzsprung-Russell**. Il est **âgé** de 4,6 milliards d'années. Son **rayon** est de 700 000 km, sa **masse** d'environ $2 \cdot 10^{30}$ kg, et sa **température de surface** atteint 5 770 **K**. Sa **luminosité** est de $3{,}8 \cdot 10^{26}$ **watts**. La **distance entre la Terre et le Soleil** est voisine de 150 millions de km, soit 1 **unité astronomique (ua)**.

spectre CMB (pour *Cosmic Microwave Background* ou fond diffus à micro-ondes) : le fond diffus cosmologique est le nom donné au **rayonnement électromagnétique** issu de l'époque dense et chaude peu après le **big bang** ; bien qu'issu d'une époque très chaude, ce rayonnement a été dilué et refroidi par l'expansion de l'Univers et possède désormais une température très basse de 2,726 **K** ; la mesure précise de ses propriétés par le satellite WMAP (pour *Wilkinson Microwave Anisotropy Probe*) a permis de contraindre de façon très précise les paramètres de l'évolution de l'Univers.

spectromètre à résonance : cet instrument a été inventé pour étudier les déplacements en vitesse des couches superficielles de l'atmosphère solaire. Appliqué à des **raies** bien connues en laboratoire (sodium, potassium, fer, nickel), il a l'avantage de fournir des précisions **atomiques**.

spectrométrie dispersive en énergie : spectrométrie réalisée au niveau du détecteur sans nécessité d'utiliser un dispositif optique comme des réseaux ou des cristaux de Bragg ; l'énergie se mesure en inventoriant le nombre de **paires d'électrons-trous**, de **photons** de scintillation, de paires d'électrons-**ions** créées

suivant que l'on utilise un semi-conducteur, un scintillateur ou un compteur à gaz.

sublimation : processus par lequel un corps passe directement de l'état solide à l'état gazeux.

supergéantes (étoiles) : **étoiles** dont la masse varie entre 10 et 70 **masses solaires**, la **luminosité** entre 30 000 et plusieurs millions de fois la **luminosité solaire** et la taille entre 30 à 500, voire plus de 1 000 **rayons solaires**.

supernova : explosion d'une **étoile** au cours de laquelle la **luminosité** dans le **visible** augmente considérablement, ce phénomène se produisant à la fin de l'évolution de certaines étoiles. Les **supernovae de type Ia** signalent la désintégration d'une petite étoile compacte, une **naine blanche**, rendue instable par une accumulation de matière venant d'un compagnon, sa masse ayant alors atteint la **masse critique de Chandrasekhar** (1,44 fois la **masse solaire**). Les **supernovae de type II** marquent au contraire l'explosion d'une étoile massive (au moins 8 fois la masse solaire). Une grande partie de l'étoile est expulsée et il subsiste une **étoile à neutrons** ou un **trou noir**.

sursauts gamma (*gamma-ray bursts*) : phénomènes les plus violents de l'Univers, ces sources transitoires se manifestent par des éruptions brutales dans le domaine des **rayons gamma**.

synchrotron (rayonnement ou émission) : **rayonnement électromagnétique** émis par des particules électriquement chargées se déplaçant à des vitesses **relativistes** dans un **champ magnétique**.

système binaire : système de deux **étoiles** orbitant autour de leur centre de **gravité** commun. Les systèmes binaires serrés peuvent échanger de la matière par le phénomène d'**accrétion**.

T

tachocline : zone de transition à la base de la **zone convective solaire** entre la rotation différentielle de la zone convective et celle solide du **cœur radiatif** ; le terme vient de la racine *tacho* qui signifie « vitesse » et de *cline*, « pente » : il s'agit donc de la pente de vitesse, c'est-à-dire du cisaillement : cette couche limite joue un rôle important dans l'organisation du **champ magnétique** solaire à grande échelle.

température effective : température d'un **corps noir** qui émettrait la même quantité de **rayonnement électromagnétique** que l'objet étudié. Elle est utilisée pour estimer la température d'un objet quand la courbe d'**émissivité** (en fonction de la longueur d'onde) est inconnue.

théorème d'Ostrogradski : il énonce que modifier la **relativité générale** sans conduire à une instabilité de l'Univers est très délicat ; seul un type de théories appelé « tenseur-scalaire » répond à ce critère.

théorie de la relativité générale : énoncée par Albert Einstein (et David Hilbert) en 1915, la relativité générale réconcilie la **relativité restreinte**, décrite en 1905 par Albert Einstein, et la théorie de la gravité. Elle est basée sur le principe d'équivalence qui énonce qu'il est impossible de distinguer un champ **gravitationnel** du mouvement accéléré d'un observateur. Ceci est souvent illustré en disant qu'un expérimentateur dans un ascenseur ne peut déterminer si l'ascenseur est soumis à une force de **gravité** ou s'il évolue selon un mouvement accéléré. La relativité générale est utilisée pour décrire l'évolution de l'Univers.

théorie de la supersymétrie : théorie proposée, dans les années 1980, en physique des particules, pour expliquer notamment la masse prévue du **boson de Higgs**. Elle propose de doubler les ingrédients du **Modèle standard** : chaque particule de la matière ordinaire aurait un partenaire supersymétrique, avec les mêmes propriétés mais beaucoup plus lourd. Ces partenaires peuvent être produits dans des processus physiques de haute énergie, tels que notamment les collisions qui auront lieu au LHC.

théorie des cordes : tentative d'unification des lois de la **relativité générale** et de la mécanique **quantique** ; pour ce faire, les particules ne sont plus ponctuelles mais deviennent des cordes microscopiques.

théorie MOND (pour *Modified Newtonian Dynamics*/ dynamique de Newton modifiée) : il s'agit d'une théorie avancée par le chercheur israélien Mordehai Milgrom dans les années 1980 qui propose de modifier la **loi de Newton** (très bien confirmée jusqu'à aujourd'hui dans toutes les observations astronomiques) pour expliquer les courbes de rotations de **galaxies** sans introduire de la **matière noire**.

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

transformée de Fourier : décomposition d'une fonction mathématique quelconque en une somme de fonctions sinus et cosinus.

transformée de Ridgelet : permet une analyse optimale des ruptures linéaires dans une image.

transformée en ondelette : comme la **transformée de Fourier**, il s'agit d'une transformation d'un espace d'entrée (espace-temps) vers un autre espace (espace fréquentiel).

trou noir : astre si compact qu'il produit une **attraction gravitationnelle** si intense que ni la matière ni la lumière ne peuvent plus s'en échapper. Dans la **Voie lactée**, certains trous noirs résultent de l'effondrement d'une **étoile** de plus de 10 **masses solaires** (**trous noirs stellaires**). Un trou noir de plusieurs millions de fois la masse du Soleil est présent au centre de la Voie lactée.

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

type spectral : il permet de classer les **étoiles** en température, des plus chaudes aux plus froides (O B A F G K M R N S H). Chaque type spectral est affiné en ajoutant un nombre compris entre 0 et 10 (par exemple une étoile A5 est un peu plus chaude qu'une A6). La **classe de luminosité** y est souvent adjointe. Le **Soleil** est ainsi une G2V, c'est-à-dire une étoile G2 de la **séquence principale**.

V

variable semi-régulière (étoile) : **étoile géante** ou **supergéante** de **type spectral** intermédiaire qui présente une périodicité marquée dans sa variation de **luminosité**, accompagnée ou parfois interrompue par diverses irrégularités.

vent solaire : flux de particules énergétiques chargées, principalement des **protons** et des **électrons** formant un **plasma**, qui émane de la **couronne solaire** à des vitesses de plusieurs centaines de kilomètres par seconde.

vent stellaire : flux intense de particules émis par les **étoiles** tout au long de leur évolution. Certaines étoiles massives éjectent de la matière avec un débit pouvant atteindre un cent millième de **masse solaire** par an à des vitesses de plusieurs milliers de kilomètres par seconde.

viscosité : mesure de la capacité d'un fluide à s'écouler.

Voie lactée : nom donné à notre Galaxie, grand **disque**, en rotation sur lui-même, constitué d'un peu plus de deux cents milliards d'**étoiles**. C'est une **galaxie spirale**.

W

WIMP (pour *Weakly Interacting Massive Particle*) : particule lourde ayant des **interactions faibles**, donc n'importe quelle particule sensible à la force faible et caractérisée par une masse très grande, de l'ordre de 100 **gigaélectronvolts**.