

(Extrait de l'avant-projet)

LES MAINS DANS LES ETOILES

**Dictionnaire encyclopédique d'astronomie pour la
Langue des Signes Française (LSF)**



Dominique Proust

Daniel Abbou

Nasro Chab

avec la collaboration de

**Carole Marion
Blandine Proust**

et

Yves Delaporte

PROLOGUE

Prendre les étoiles par la main

Je ne suis pas sourd, juste un peu dur d'oreille! Cette récrimination du célèbre professeur Tournesol jalonne l'œuvre d'Hergé, et on peut se demander comment, dans un contexte scolaire et universitaire peu enclin à intégrer la communauté sourde, Tournesol a pu mener le cursus scientifique l'élevant au grade de Professeur¹. Dans un enseignement dont les structures sont établies presque exclusivement pour des élèves et des étudiants entendants, on imagine mal le jeune Tryphon Tournesol appréhendant sans problème la balistique ou la physique nucléaire: on peut d'ailleurs en conclure qu'il n'est probablement pas sourd de naissance; à moins d'avoir été gavé d'un oralisme forcené, son élocution semble suffisamment claire pour être comprise des personnages de son entourage, même aussi peu attentifs que peuvent l'être les Dupon(d)(t). On notera aussi que le nom *Haddock* étant constamment écorché par Bianca Castafiore, celle-ci doit avoir également des problèmes d'audition dans les basses fréquences du spectre auditif (Haddock est probablement baryton-basse, registre qu'une grande consommation de whisky a sans doute consolidé), ce qui ne l'empêche pourtant pas d'atteindre le contre-ut dièse de l'air des *Bijoux*, du Faust de Charles Gounod (1818-1893). Mais au-delà de la fiction du tintinologue, une société soucieuse de ses minorités doit rendre la culture scientifique accessible à tous, y compris la communauté sourde. Nombreux sont d'ailleurs ceux qui seraient étonnés de constater qu'avec quatre sens, un sourd sait aussi apprécier la musique de Saint-Saëns (Camille, 1835-1921).

¹ Algoud Albert, *Le Tournesol illustré*, Casterman, 1994.

Dans le domaine scientifique en général et l'astronomie en particulier, la Langue des Signes Française (notée par la suite LSF), permet d'établir remarquablement la communication, à la fois par la connaissance de la culture sourde et par une sémiologie appropriée, offrant un dialogue sans barrière entre sourds et entendants.

Un dialogue de sourds

La LSF possède son vocabulaire, sa grammaire et s'exprime dans tous les registres de la communication, même verbale. Cependant, si des pays comme la Suède l'intègrent complètement à leur culture, la France a, sur ce point, un retard intellectuel encore important. Dans un contexte historique, les sourds ont été marginalisés et tenus à l'écart dans la majorité des civilisations, et les témoignages les concernant ne nous sont parvenus qu'à travers de trop rares documents. Si on attribue à l'abbé de l'Epée (Charles-Michel, 1712-1789) la paternité d'une langue des signes structurée, il est bien évident que la transcription des idées par la gestuelle existait bien avant au sein des groupes de sourds, au même titre que dans les ordres religieux cloîtrés respectant la règle du silence tels les trappistes, ou bien les tribus indiennes utilisant le corps pour communiquer à distance.

A la suite de l'abbé de l'Epée, la LSF devait connaître bien des vicissitudes au cours de son histoire. L'abbé Sicard (1742-1822), premier directeur de l'Institution nationale des sourds-muets créée après la mort de l'abbé de l'Epée, échappe de justesse en 1793 à la guillotine du Tribunal révolutionnaire grâce à la pression de ses élèves sourds témoignant en sa faveur. C'est surtout Bébien (1749-1834) qui contribue à l'instauration d'un véritable bilinguisme, dispensé à l'Institution royale des sourds-muets. Mais deux écoles vont progressivement s'opposer, la française maintenant la tradition gestuelle, et une nouvelle tendance provenant de Leipzig s'appuyant sur l'enseignement de la parole et la lecture labiale. Ferdinand Berthier (1803-1886), Doyen des professeurs sourds à l'Institut de Paris de 1840 à 1850 (et sourd lui-même) défend avec virulence la langue des signes, quand les lois d'instruction obligatoire de Jules Ferry vont agir dans le sens d'une uniformisation de l'enseignement, accentuée par le credo du positivisme et du scientisme prônant que l'homme, par son génie, doit domestiquer tous les problèmes pouvant survenir (y compris la surdité). Sous ces différentes pressions, et le contexte d'une industrialisation devant aussi résoudre par la technique toutes les sortes de problèmes (appareillage des sourds), l'usage des signes disparaît progressivement en France. Pourtant, Victor Hugo dans une lettre adressée à Berthier écrivait le 12 novembre 1845: *Qu'importe la surdité de l'oreille quand l'esprit entend? La seule surdité, la vraie surdité, la surdité incurable, c'est*

celle de l'intelligence. Entre-temps, la langue des signes connaît un très vif succès aux USA et au Canada, exportée dès 1816 par Laurent Clerc, professeur à l'Institut de Paris.

Le coup de grâce aux langues des signes est donné d'abord à l'occasion de l'Exposition Universelle de Paris en 1878, réunissant une phalange d'enseignants oralistes qui mettent en pièce tout l'acquis pratique et culturel; cette condamnation est ratifiée lors du Congrès de Milan en 1880. Ce mouvement est soutenu par l'Eglise et la bourgeoisie qui s'opposent farouchement à une gestuelle qui dérange (*on ne doit pas montrer du doigt*, air connu). En outre, la miniaturisation des prothèses et l'orthophonie prétendent tout naturellement pallier aux déficiences d'individus soigneusement maintenus à l'écart de la réalité du monde. Ainsi, à la différence culturelle et socio-linguistique, vient se substituer un rapport de force, réduisant autoritairement toute une communauté au silence. L'acharnement du Congrès de Milan à rejeter toutes les langues des signes reflète des siècles de préjugés religieux et sociaux. Par exemple, le célèbre adage: *la masturbation rend sourd*, œuvre d'un médecin Lausannois, Auguste Tissot (1728-1797), soucieux de moraliser ses patients dans le cadre intransigent d'un calvinisme fondamentaliste, revient en force dans la liste des méfaits, culpabilisant d'autant plus la communauté sourde. De cette manière, la récupération de tels codes sociaux aussi rigides qu'arbitraires permet d'imposer des règles frustrantes et castratrices à des dizaines de générations, pour asseoir un terrorisme moralisateur.

En 1887 les derniers professeurs sourds sont mis autoritairement à la retraite au cours d'une mémorable cérémonie, où le nouveau directeur de l'Institution des sourds-muets fait un brillant discours:... *Aujourd'hui même, la mimique sortira, pour ne plus y rentrer, de cette Institution et la parole y règnera désormais seule*². Bien entendu, la conséquence de ces mesures est une rapide détérioration de la communication. Pour consacrer l'oralisme triomphant, les enseignants utilisent d'astucieux stratagèmes, en particulier en punissant toutes tentatives de gestes en attachant les mains; cela devait perdurer jusque dans les années 1970. Cette disparition de la LSF au profit de l'oralisme va avoir des conséquences dramatiques, non seulement en France, mais dans toute l'Europe: de nombreux mots homophones ne peuvent être perçus par un interlocuteur sourd, et encore plus si celui-ci a un accent, n'articule pas, ou porte une moustache. Rapidement, l'oralisme provoque en France une désertification culturelle au sein de la communauté sourde, au même titre que les mathématiques dites « modernes » ont plombé des générations de potaches dans les années 1960.

² Moody, Bill et collaborateurs, *La Langue des Signes*, IVT Editions, 1997.

Les régimes autoritaires ont d'ailleurs toujours cherché à se débarrasser des minorités en général et des sourds en particulier au nom de l'eugénisme; ainsi les nazis ont stérilisé d'autorité plusieurs dizaines de milliers de femmes sourdes en Allemagne entre 1933 et 1945. Aussi cet isolement de la communauté sourde va susciter une réaction normale vis-à-vis des actions opprimant une population: un mouvement de résistance. En particulier la volonté de communication entre les jeunes passe tout naturellement par les signes. On assiste donc à deux formes d'expression, l'une se voulant un oralisme discipliné afin de répondre aux exigences d'une structure officielle, et l'autre privée, faite de signes, souvent réinventés. Beaucoup de sourds ayant connu cette époque témoignent aujourd'hui avec tristesse du désert culturel qu'ils ont pu éprouver pendant tant d'années. Quelques intellectuels s'élèvent contre cet ostracisme, en particulier Henri Gaillard (1866-1939), journaliste et rédacteur de la *Gazette des Sourds-Muets* qui prend ouvertement le parti de la langue des signes. En 1924 ont lieu les Jeux Olympiques des sourds, et en 1926 est créé le Salon des Artistes Silencieux. La majorité des sourds n'a cependant que peu d'espoir de dépasser le niveau d'un CAP (Certificat d'Aptitude Professionnelle), et les bacheliers se comptent sur les doigts d'une main; le taux de chômage atteint 30%, frappant essentiellement les sourds profonds.

Cependant, la langue des signes n'a pas disparu partout, puisque depuis 1817 elle s'est développée dans les pays anglo-saxons, notamment par la création de l'institut de Hartford par Thomas-Hopkins Gallaudet (1787-1851) et Laurent Clerc (1785-1869). Progressivement la France découvre avec quel succès les sourds sont intégrés aux USA, au Canada, en Grande-Bretagne et en Suède. Fin 1970, l'expression « langue des signes française » et son sigle « LSF » sont introduits par le sociologue Bernard Mottez, et en 1973 *l'Union Nationale pour l'Intégration Sociale des Déficiants Auditifs* agite la classe politique et obtient enfin des résultats, en particulier la traduction du journal télévisé. Il faut cependant attendre 1977 pour que, sous les pressions multiples et les réussites obtenues à l'étranger, le Ministère de la Santé abroge l'interdit de la LSF, et 1991 pour que l'Assemblée Nationale admette l'éducation des enfants par la LSF (loi Fabius). Dans ce long combat mené pour que la LSF soit reconnue comme une langue à part entière, il faut cependant signaler qu'en 1998, un regrettable ministre de l'Education Nationale lui refusait encore le droit d'être étudiée pour son seul objet. De nos jours, la LSF a enfin acquis son statut de langue à part entière. Elle est enseignée dans toutes les régions (avec des variantes qui correspondent à autant de patois régionaux), bien que des bastions oralistes subsistent encore, notamment dans le milieu médical où on trouve des aficionados de l'implant cochléaire, malgré les traumatismes consécutifs et les risques post-opératoires importants.

La LSF continue patiemment de se diffuser pour retrouver son statut de langue à part entière. Il y a cependant encore beaucoup de retards, voire de résistances vis-à-vis des sourds, en particulier dans le cadre des démarches administratives, juridiques, médicales, etc. C'est d'autant plus regrettable qu'en une trentaine d'heures d'apprentissage, il est déjà possible de dialoguer avec un sourd sur des thèmes généraux. Dans le domaine scientifique, il est intéressant de voir avec quelle facilité la communication peut s'effectuer. Les exemples du Musée des Arts et Métiers et de la Cité des Sciences à la Villette sont très révélateurs: les principales expositions et les conférences sont signées par des scientifiques sourds hautement compétents.

A l'écoute des sourds célèbres

De nombreux sourds se sont illustrés dans les domaines des lettres, des arts et des sciences. Parmi les plus célèbres, Pierre de Ronsard (1524-1585) dédiait ses sonnets à Cassandre, à Marie et à Hélène, mais il aurait été bien en peine de répondre à leur appel; Francisco Goya (1746-1828) est l'un des plus grands peintres, mais il ne risquait pas d'entendre les critiques de ses tableaux. Enfin Beethoven (1770-1827) n'entendit que dans sa tête *l'Ode la Joie* de la Neuvième Symphonie, ainsi que ses derniers quatuors à corde.

En science, Joseph Sauveur (1653-1716), mathématicien et physicien français, professeur au Collège de France en 1686 aurait été *sourd dans l'enfance*. Malgré une brève existence, John Goodricke (1767-1786) fut un astronome sourd menant une brillante carrière. Ses observations d'étoiles variables comme *Algol* dans la constellation de Persée, β Lyre et δ Céphée lui ont permis de mettre en évidence la famille des *Céphéides*, étoiles géantes froides dont les pulsations périodiques associées à leur luminosité intrinsèque en font des calibrateurs de distance particulièrement efficaces. Deux inventions d'importance majeure sont l'œuvre de deux sourds célèbres. Alexander Graham Bell (1847-1922) a grandi dans le contexte familial d'une mère sourde et d'un père qui avait mis au point un système de « langage visuel » traduisant les sons par des symboles. Professeur à Boston auprès des sourds, Bell a développé des moyens permettant la communication entre sourds et entendants, dont le plus célèbre est le téléphone en 1877. Le second, Thomas Edison (1847-1931), ne disposait que de 10% d'audition à une oreille. On lui doit l'invention d'un « procédé d'enregistrement et de reproduction sonore » (le gramophone), mais aussi les premiers projecteurs cinématographiques, la lampe à incandescence et l'amélioration du télégraphe. L'effet Edison est connu comme l'émission d'électrons par des métaux chauffés.

La science fait signe

La LSF est une langue complète, parfaitement structurée qui dispose d'un vocabulaire et d'une grammaire ; elle s'exprime suivant des règles précises associées à une expression corporelle fondamentale. Comme toutes les langues, elle est évolutive, et le vocabulaire scientifique et technique s'actualise en permanence par de nouveaux signes tels que NUMERIQUE, INTERNET, DVD, MICROPROCESSEUR, etc.

En mathématiques, les nombres s'enchaînent suivant une suite de signes ; 1515 se signe MILLE + CINQ CENTS + QUINZE. Les grands nombres (millions, milliards) ont leur propre signe ainsi que les opérateurs. A titre d'exemple $\sqrt{\quad}$ se signe à l'identique avec les mains (voir le glossaire). Toutes les quantités sont signées, poids, surface, volume, distance. Le théorème de Pythagore s'énonce de façon similaire à sa version orale, si ce n'est que l'hypoténuse est signé « le coté qui fait face à l'angle droit ». La géométrie s'expose de manière identique, les mains décrivant au préalable une droite, un plan ou un espace. On indique avec précision l'origine d'un système de coordonnées.

La physique comprend un ensemble de signes très explicites pour chaque domaine. Les constantes se désignent par les même lettres : c est la vitesse de la lumière (VITESSE + LUMIERE) avec $c = 300\,000$ km/s. On signe « électricité » avec les poings qui se font face devant soi, index incurvés orientés vers le haut tels des électrodes. L'« énergie nucléaire » comprend deux signes, le premier étant le générique de toutes les formes d'énergie et le second symbolisant la puissance du nucléaire. En chimie, les éléments se signent, soit spécifiquement, soit par leur symbole.

L'astronomie est un des domaines où l'expression en LSF est à la fois rigoureuse et poétique. Les signes attribués aux différentes planètes du Système solaire recourent à leurs caractéristiques propres: Mercure est très chaude, Mars est rouge, Jupiter se représente par la célèbre tache rouge observée au télescope depuis plus d'un siècle et Saturne se caractérise par son anneau. La représentation du ciel est aisée puisque la majorité des constellations évoquent des animaux ou des objets qui ont déjà un signe: ourse (grande ou petite), cygne, chèvre, poissons, baleine, etc. Les noms mythologiques (Andromède, Persée) sont simplement épelés ou bien associés à des configurations connues, comme la constellation Cassiopée dont les étoiles forment la lettre « W ».

La technologie scientifique se signe également, que ce soient les ordinateurs qui se déclinent en LSF suivant les modèles (PC, portables, etc.). Certains termes trouvent très souvent un équivalent signé judicieux comme

« numérique » qui devient : 1-0-1-0-1-0. De même, les domaines de la médecine et de la biologie disposent d'un vocabulaire LSF très complet et très technique.

Cet aperçu ne peut évidemment donner qu'une idée à peine esquissée de la communication scientifique en LSF. L'expression du visage revêt toute son importance que ce soit pour exprimer qu'une suite mathématique tend vers moins l'infini, c'est alors « très petit », ou que l'étoile Véga de la Lyre a une température de surface de 35000, c'est « très chaud ». Outre la rigueur du discours scientifique, le signeur accompagne son propos d'une gestuelle dont l'enchaînement des signes relève d'une interprétation, au sens musical du terme. Cette dualité interprétariat – interprétation transcende le propos le plus strict en un propos non seulement compris, mais aussi ressenti. De cette manière, l'association de l'expression corporelle à l'académisme fréquent du discours scientifique, apporte sa touche d'humanité et de partage dans un monde quelque peu brut.

Un dictionnaire LSF d'astronomie

L'idée d'un dictionnaire d'astronomie a vu le jour à la suite d'une émission en LSF de la série télévisée *L'Oeil et la Main* consacrée à cette science, réalisée par Philippe Quinconneau et Daniel Abbou, avec la participation des auteurs de ce dictionnaire, et diffusée en octobre 2007³. En outre, depuis 2000, une formation mensuelle à l'astronomie est organisée à l'Observatoire de Meudon, dans le cadre de la structure *Astronomie vers Tous* (AvT), ayant pour but de diffuser les connaissances liées à l'astronomie, à l'astrophysique et aux sciences connexes (planétologie, climatologie, exobiologie...) auprès de publics rencontrant des difficultés d'accès à la culture scientifique en général. Cette formation réunit à chaque séance 12 à 15 participants sourds. Si les conditions météo le permettent, des observations sont effectuées avec un des télescopes de l'observatoire en décrivant au préalable les objets choisis, Lune, planètes, étoiles, galaxies, etc., puis en les observant dans l'obscurité. Si le ciel est couvert, outre une visite de l'observatoire, une conférence thématique est donnée, avec un support visuel adapté. Ces soirées, très appréciées par la communauté sourde, permettent des échanges particulièrement fructueux dépassant le cadre formel de la science, dont chacun tire profit. Pour l'animateur, elles sont l'occasion d'un approfondissement du monde et de la culture des sourds, ainsi que des progrès continus dans la pratique de l'exposé en langue des signes. L'expérience acquise est à l'origine de ce dictionnaire.

³ www.france5.fr/oeil-et-main/archives/35220934-fr.php

Dominique Proust est entendant, ingénieur de Recherche au CNRS, astrophysicien à l'Observatoire de Paris-Meudon. Il a suivi les enseignements de *l'Académie de la Langue des Signes Française* et de *l'International Visual Theatre*, et pratique couramment la Langue des Signes Française. Il a développé un partenariat culturel en astronomie auprès de la communauté sourde dans le cadre du programme *Astronomie vers Tous*.

Daniel Abbou est sourd, enseignant, pédagogue co-réalisateur et présentateur de l'émission hebdomadaire *L'Oeil et la Main* à la télévision (La 5), et conseiller en communication à l'ESAT Jean Moulin (Paris 14^e). Il est un des protagonistes de la renaissance de la langue des signes en France. Il participe à de nombreux programmes culturels, aussi bien en France qu'à l'étranger, en tant que pédagogue et qu'expert.

Nasro Chab est sourd, chargé de conférences en LSF au Musée des Arts et Métiers, ainsi qu'au Palais de la Découverte. Il est spécialisé en communication scientifique en LSF auprès de la communauté sourde et développe une pédagogie adaptée. Il participe activement au développement de la langue des signes à l'étranger où il est fréquemment invité comme expert.

Carole Marion est sourde, artiste professionnelle, diplômée de l'Ecole des Beaux-Arts de Lyon, ancienne formatrice LSF de l'université de Lyon à Bron et enseignante LSF à l'Institut Gustave Bague à Asnières (92).

Blandine Proust est entendante. Elle a suivi les enseignements de *l'Académie de la Langue des Signes Française* et de *l'International Visual Theatre*, et pratique couramment la Langue des Signes Française, notamment dans son activité professionnelle dans une grande compagnie aérienne.

Yves Delaporte est (mal)entendant. Ethnologue, directeur de recherche au CNRS, il a publié plusieurs livres sur le monde des sourds : *Les sourds, c'est comme ça* (Maison des Sciences de l'Homme, 2002), *Moi, Armand, né sourd et muet* (Plon, 2002, avec Armand Pelletier), *Dictionnaire étymologique et historique de la langue des signes française* (Editions du Fox, 2007).

Astronomie - Astrophysique

Le signe astronomie est explicite: il représente une lunette astronomique tournée vers le ciel, bien que les télescopes soient surtout utilisés depuis plusieurs dizaines d'années.

Si l'astronomie est traditionnellement la science des astres, de leur mouvement, du temps, des calendriers... le même signe s'applique à l'astrophysique qui concerne plus particulièrement l'étude physique, chimique et chronologique (évolution dans le temps) des planètes, des étoiles, des galaxies et de l'univers dans son ensemble.



L'astronomie est sans doute la plus ancienne des sciences. Elle est née avec la conscience de l'homme, dès que celui-ci fut intellectuellement assez évolué pour remarquer la régularité des phénomènes célestes, le lever et le coucher du Soleil, les phases de la Lune, les mouvements des planètes sur la voûte céleste etc. Tous ceux-ci sont à l'origine des premières lois organisant les civilisations suivant les rythmes du ciel. Dans l'histoire, l'importance de l'astronomie est telle que les rois, les empereurs, les dignitaires etc. se sont entourés d'astronomes, ceux-ci ayant essentiellement pour tâche d'effectuer des prédictions à partir des mouvements des planètes parmi les 12 constellations du *zodiaque*, on les appelait des astrologues. Cette activité, à l'origine des horoscopes, constitue l'astrologie qui connaît encore de nos jours un certain succès, bien qu'elle ne repose sur aucune base scientifique et qu'elle ne soit qu'une imposture.

Au cours de l'histoire, les astronomes ont d'abord établi des cartes du ciel en regroupant les configurations d'étoiles en *constellations* (il y en a 88 dans le ciel), et ont étudié le mouvement du *Soleil*, de la *Lune* et des *planètes*, ainsi que celui de la Terre. Les premiers astronomes ont ainsi découvert le cycle des saisons, et ont réglé leur vie à l'aide des calendriers. Après avoir considéré les planètes comme des divinités au cours de l'antiquité, ils ont ensuite essayé de comprendre leur nature, leur origine et précisé leurs mouvements; ainsi est née la *mécanique céleste*. L'astronomie a permis au voyageur de s'orienter; pendant de nombreux siècles, elle a servi aux navigateurs pour se repérer; elle permet aussi de donner l'heure exacte, avec aujourd'hui une précision du millionième du milliardième de seconde.

L'astrophysique est un domaine plus récent de l'astronomie. Elle s'intéresse essentiellement à connaître la nature et l'histoire des corps qui composent l'univers, *planètes*, *étoiles*, *galaxies* etc. Les astrophysiciens effectuent des observations avec les télescopes répartis sur la Terre, et depuis quelques dizaines d'années, à l'aide des satellites en orbite autour de la Terre, naviguant dans le Système solaire et en dehors de celui-ci. Grâce à l'analyse de la lumière qui est faite par *imagerie*, *photométrie* et *spectroscopie*, il est possible de connaître la composition chimique et le mouvement des étoiles, des galaxies et de pouvoir remonter le temps. Actuellement, les astrophysiciens estiment que l'univers actuel est âgé de 13.7 milliards d'années; les plus grands télescopes permettent d'observer des galaxies lointaines à une distance de 8 milliards, autrement dit de "voir" comment était l'univers il y a 8 milliards d'années.

Degré (température)

Le degré est une unité qui complète un nombre pour exprimer une température. Le poing est présenté avec l'index dressé dont le bout se loge dans les extrémités du pouce, de l'index et du majeur serrées de l'autre main, avec le coude levé. Faire pivoter l'index vers l'avant.

En astronomie, on utilise des degrés Celsius (C) et des degrés Kelvin (K). Il faut donc signer : DEGRÉ + C ou DEGRÉ + K suivant l'échelle utilisée.

Mots associés: TEMPÉRATURE – CELSIUS – KELVIN – ZÉRO ABSOLU.



En physique, la température se mesure en degrés Celsius que l'on note: « °C » et aussi en degrés kelvin que l'on note simplement de la lettre non majuscule « k ». Les travaux en astronomie montrent que la température de l'univers dans son ensemble est aujourd'hui de 3k, ce qui correspond à -270°C; voici l'explication historique des deux échelles de température utilisées.

Anders Celsius (1701-1744) était professeur d'astronomie à l'université d'Uppsala en Suède. Il définit son échelle entre 0°C qui correspond à la température où l'eau se change en glace, et 100°C quand l'eau se met à bouillir pour devenir de la vapeur. Attention : cette échelle est définie à la pression atmosphérique de la Terre ; au sommet du Mont Blanc dans les Alpes (4 807 mètres), la pression atmosphérique n'est plus que la moitié de celle du niveau de la mer, et l'eau bout déjà à 85°C.

Lord Kelvin (1824-1907), de son vrai nom William Thomson était un physicien britannique. Il découvre que les molécules gaz refroidies à -273,15°C n'ont plus d'agitation: cette température extrême s'appelle **le zéro absolu**. Le gaz n'ayant plus de pression ne peut se refroidir davantage.

Définition du **zéro absolu**: $0 \text{ kelvin (k)} = -273,15 \text{ degrés Celsius (}^\circ\text{C)}$

Ainsi, une température de 20°C correspond à 293,15k. Pour mesurer une température dans l'échelle de Celsius ou de Kelvin, il suffit d'ajouter ou de soustraire 273,15.

Terre

Il existe plusieurs signes correspondant à la TERRE. Il ne faut cependant pas confondre le nom de la planète avec la matière « terre ». On utilise les deux paumes arrondies face à face, les extrémités des doigts respectifs se touchant pour décrire une sphère, que l'on fait tourner d'un mouvement des poignets.

Mots et expressions associés: SYSTÈME SOLAIRE –
UNITE ASTRONOMIQUE – EFFET DE SERRE – SÉISME –
VOLCAN – VIE.

La Terre est la 3^e planète du Système solaire. C'est actuellement la seule planète connue habitée par des formes vivantes, regroupées en des millions d'espèces différentes. C'est aussi une planète directement menacée par l'activité des hommes, vers un épuisement des ressources naturelles, une pollution effrénée, la diminution des surfaces forestières qui transforment le dioxyde de carbone (CO₂) en oxygène (O₂), et à long terme l'augmentation de CO₂ dans l'atmosphère provoquant un réchauffement global par **effet de serre**, et une multitude de déséquilibres écologiques. Au-delà des aspects scientifiques, la relation entre l'homme et la Terre montre à quel point l'équilibre d'une planète peut être rapidement fragilisé par les organismes vivants qui vivent à sa surface. **La Terre est fragile, il faut la protéger.**

Distance: La Terre se situe à une distance moyenne de 149 597 871 km du Soleil. Cette distance s'appelle l'unité astronomique.

Diamètre: le diamètre équatorial est de 12 756 km et le diamètre aux pôles est de 12 714 km. La Terre est légèrement aplatie aux pôles.

Inclinaison: son axe est incliné de 23° 27'.

Rotation: la Terre tourne sur elle-même en 23h 56mn et 4s.

Révolution: La Terre effectue une révolution autour du Soleil en 365,25 jours.

Température: La température terrestre a de grands écarts entre les différentes régions et les saisons. Elle est descendue jusqu'à -90°C et le maximum se situe à +60°C.



La Terre vue de l'espace. © NASA/JPL

Atmosphère: elle se compose essentiellement d'azote (N₂) à 78%, d'oxygène (O₂) à 21%, d'argon (Ar) à 1% et de vapeur d'eau (H₂O) entre 0 et 7%. Grâce à cette composition chimique, l'énergie venant du Soleil sous forme de lumière a favorisé la « photosynthèse » permettant à la végétation de se développer par transformation du dioxyde de carbone (ou gaz carbonique, CO₂) en oxygène.



Le Système Terre-Lune à l'échelle. ©Wikipedia/GNU.

Histoire de la Terre

La Terre est née il y a environ 4,6 milliards d'années avec les autres planètes (voir l'entrée Système solaire). Elle a traversé, au cours de son évolution, plusieurs périodes importantes.

L'**Hadéen** est la première période qui s'achève il y a 3.8 milliards d'années. La croûte terrestre s'épaissit tandis que se forme une atmosphère riche en eau et en azote, par suite du dégazage des roches. La température et la pression sont élevées. Les océans se forment avec la vapeur d'eau lorsque que la température diminue ; l'atmosphère est riche demeurant riche dioxyde de carbone (CO₂) et en méthane (CH₄). Ces deux gaz favorisent le métabolisme des tout premiers organismes vivants.

L'**Archéen** succède jusqu'à 2,5 milliards d'années. Au cours de cette période, les premières formations rocheuses apparaissent en un continent unique. Le vivant se développe sous forme d'organismes multicellulaires (les **eucaryotes**) à l'origine des plantes, des champignons et des espèces animales.

Le **Protérozoïque** s'étendant entre 2,5 milliards et 543 millions d'années voit la transformation des eucaryotes en organismes munis d'un squelette. L'atmosphère terrestre s'enrichit en oxygène. Les boucliers continentaux croissent jusqu'à atteindre la masse continentale actuelle.

Le **Paléozoïque** (appelé aussi ère Primaire) s'achève il y a 250 millions d'années. Au cours de cette période, le continent unique commence à se fragmenter en huit morceaux. Le vivant évolue sous forme invertébrée et vertébrée. La fin du Paléozoïque est caractérisée par le **Permien** (295-250 millions d'années), période au cours de laquelle se produit une extinction massive des espèces, en raison de phénomènes géologiques importants, peut-être liés aux mouvement continentaux.

Le **Mésozoïque** (ère Secondaire) succède entre 250 et 65 millions d'années. Une partie des grands groupes d'animaux prolifère, les grands dinosaures, les mammifères et les oiseaux. Le Mésozoïque s'achève il y a 65 millions d'années, par une extinction massive des espèces, due probablement à une violente collision de la Terre avec un astéroïde.

La période contemporaine, le **Cénozoïque** (ères Tertiaire et Quaternaire), est caractérisé par le renouvellement et la diversification des espèces vivantes, poissons, mammifères, insectes, etc. Le dernier maillon reliant le Cénozoïque au présent commence avec notre lointain ancêtre hominidé il y aurait environ 3,5 millions d'années.

Séismes et volcans

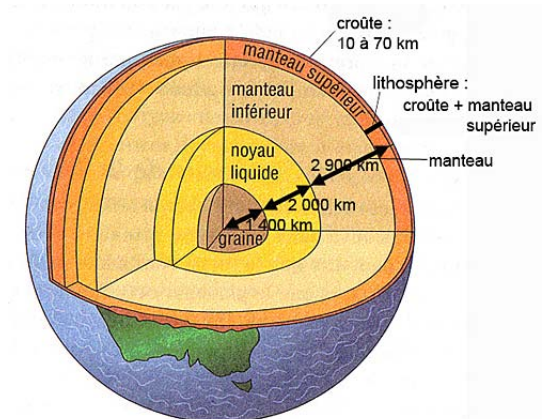
Le lent déplacement des plaques tectoniques les unes par rapport aux autres provoque des phénomènes violents : ce sont les **tremblements de Terre** dont les conséquences sont souvent catastrophiques. Certains pays ou certaines régions situées à la rencontre de plaques sont particulièrement exposés, comme la Californie et le Japon.

Le sous-sol de la Terre est extrêmement chaud : la température augmente d'environ de 1°C tous les 30 mètres de profondeur. Déjà à 600 km sous le sol, la température est déjà de $1\,500^{\circ}\text{C}$; à 3 000 km elle atteint $5\,000^{\circ}\text{C}$, et en son centre elle est d'environ $6\,000^{\circ}$. Les matériaux qui constituent le manteau sont en fusion, à l'état de **lave**, et profitent des fissures de la croûte pour s'échapper par des cheminées : ce sont les **volcans** qui rejettent à la fois cette lave et de nombreuses quantités de gaz et de poussière. Les volcans se localisent surtout dans les régions où les plaques tectoniques se rencontrent.

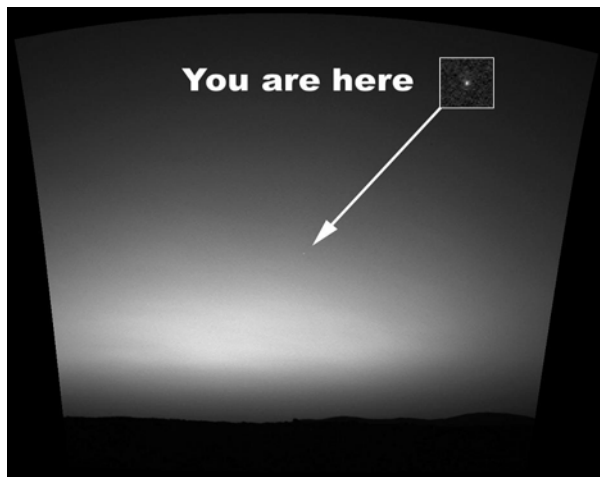
Champ magnétique

Comme la température du noyau de la Terre est à $6\,000^{\circ}\text{C}$ environ, le nickel (Ne) et le fer (Fe) qui le constituent sont à l'état liquide, mais ils créent autour de la planète un champ magnétique qui part actuellement du pôle nord pour arriver au pôle sud. On le met facilement en évidence à l'aide d'une boussole. Ce champ magnétique est important, car il nous protège des particules éjectées par le Soleil lors de ses éruptions (voir l'entrée [Soleil](#)). Les échantillons prélevés dans la banquise ont montré que ce champ magnétique change au cours du temps en intensité et en direction. Il y a 800 000 ans, il était inversé, allant du pôle sud vers le pôle nord.

La Terre se divise en trois parties. La **croûte** est la partie la plus mince qui a en moyenne 50 km d'épaisseur sur les continents et 10 km sous les océans. En dessous, on trouve le **manteau** qui a une épaisseur d'environ 2900 km. Celui-ci recouvre le **noyau** dont l'épaisseur est de 3400 km. La croûte et une partie du manteau forment la **lithosphère** qui est divisée en **plaques tectoniques** qui se déplacent très lentement. Il y a 7 plaques : Afrique, Antarctique, Australie, Asie-Europe, Amérique du Nord, Amérique du sud et Océan Pacifique.



Structure interne de la Terre. © Graines de sciences 1, Le Pommier 1999.



« Vous êtes là ». La Terre, un petit point dans le ciel de la planète Mars au coucher du Soleil. © NASA/JPL

Vue de Mars ou d'ailleurs, la Terre n'est qu'un petit point dans l'espace où vivent pourtant six milliards d'humains. Sommes-nous seuls dans l'univers ? Nous sommes à la veille d'obtenir les premières images montrant des **planètes extrasolaires** ayant les dimensions de la Terre. L'étape suivante permettra la mise en évidence d'une activité biologique. Enfin, dans un futur raisonnablement proche, nous pourrions avoir des images assez fines pour voir le détail des planètes lointaines, pour enfin affirmer que la vie existe, ou non, ailleurs (voir l'entrée vie). La vie est apparue sur Terre, il y a des centaines de millions d'années. Le vœu le plus immédiat que l'on puisse formuler est que nous prenions enfin conscience de ce patrimoine terrestre, afin de ne pas détruire trop tôt la preuve que la vie est apparue au moins une fois dans l'univers.

Mars

La planète Mars est très brillante avec une couleur rouge apparente, faisant penser à la couleur du sang. C'est pour cela qu'elle porte le nom du dieu romain de la guerre: *Mars*. On la représente en LSF en associant les deux signes PLANÈTE + ROUGE.

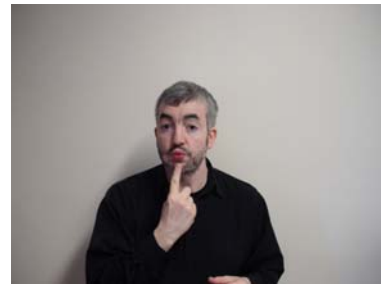
Pour signer "rouge", l'extrémité de l'index pointe la bouche et bascule vers le bas.

Attention : le signe pour désigner le mois de mars est tout différent ; il ne réfère pas à la planète Mars mais appartient à une famille de signes (PATIENCE, SACRIFICE, PAS ENCORE, etc.) fondés initialement sur l'image de la fermeture de la bouche pendant le carême, période de quarante jours de jeûne entre le mardi gras et Pâques.

Mots et expressions associés: SYSTÈME SOLAIRE – VOLCAN – CALOTTE POLAIRE – CANAUX – ASTÉROÏDE.



PLANÈTE



ROUGE

La planète Mars est une des 5 planètes visibles à l'œil nu. De nombreuses civilisations ont associé sa couleur au thème de la guerre, en raison de sa couleur rouge. Elle fut longtemps observée par l'astronome danois Tycho Brahé (1546-1601); en analysant les mesures de Brahé, l'astronome allemand Johannes Kepler (1571-1630) constate que Mars ne tourne pas autour du Soleil suivant un cercle, mais décrit une ellipse. Il en est de même de tous les corps, planètes, satellites ou étoiles, qui sont en révolution autour d'un autre.

Distance: Mars se situe à une distance moyenne de 227 936 600 km du Soleil.

Diamètre: c'est une planète plus petite que la Terre avec un diamètre de 6 804 km.

Inclinaison: son axe a presque la même inclinaison que celui de la Terre: $25^{\circ} 19'$; il y a aussi un été et un hiver sur Mars.

Rotation: Mars tourne sur elle-même en 24h 37mn et 22s: une journée sur Mars est presque égale à une journée sur Terre.

Révolution: Mars effectue une *révolution* autour du Soleil en 1 an et 322 jours.

Les ressemblances entre la Terre et Mars sont nombreuses. C'est pourquoi les astronomes ont longtemps pensé que les deux planètes étaient identiques, et supposaient que les « martiens » pouvaient exister. En plus, des observations faites à la lunette au XIXe siècle semblaient montrer des lignes droites sombres, qui prirent le nom de **canaux**. Pour toutes ces raisons, la planète Mars a particulièrement intéressé les hommes.

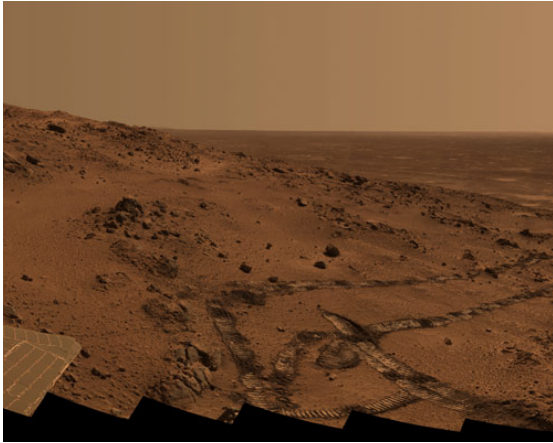


Mars observée par le Télescope Spatial.
© NASA/JPL

Température: sur Mars, la température descend à -140°C en hiver, mais peut monter à $+20^{\circ}\text{C}$ à l'équateur en été.

Atmosphère: Mars est entourée d'une **atmosphère très fine**, environ 150 fois moins dense que celle de la Terre. Elle est essentiellement composée de gaz carbonique (dioxyde de carbone, CO_2) à 95% et d'azote (N_2) à 3%, il n'est donc pas possible de respirer à sa surface sans un scaphandre. Le vent souffle pourtant à sa surface et soulève des nuages de poussière. Le sol est de couleur rouge en raison de l'oxyde de fer (Fe_2O_3) à sa surface. Avec les sondes spatiales lancées depuis la Terre et les véhicules qui sont posés sur son sol, nous avons une bonne connaissance du relief martien. Il est divisé en **deux régions très différentes**; l'hémisphère nord (haut de l'image) est assez plat, couvert d'oxyde de silicium (sable oxydé) et de roches volcaniques. Inversement, l'hémisphère sud (bas de l'image) est formé de **hauts plateaux** avec beaucoup de **cratères**. Dans le passé, il y avait de l'eau à la surface de Mars, et peut-être un océan qui recouvrait l'hémisphère nord. Il y a également **d'anciens lits de rivières** et de torrents asséchés, descendant des collines.

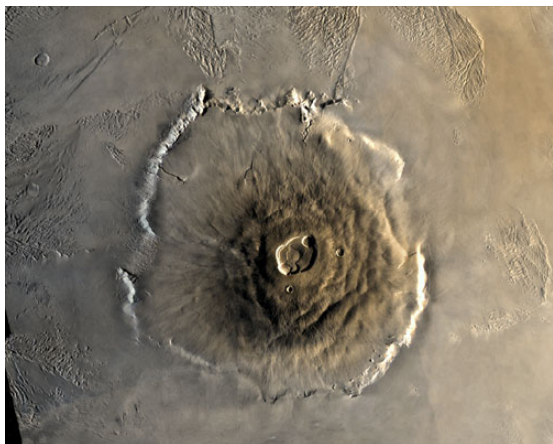
La calotte polaire de couleur blanche est bien visible en bas de l'image. Chaque calotte polaire est constituée de glace d'eau en grande majorité, ainsi que de gaz carbonique gelé. La **glace** est épaisse d'environ 10 mètres.



La surface de Mars, avec les traces de roues du véhicule robot. © NASA/JPL



D'anciens torrents asséchés sur Mars. © NASA/JPL



Le volcan Olympus Mons. © NASA/JPL

Il existe de nombreux **volcans** à la surface de Mars. Le plus grand, *Olympus Mons* (le Mont Olympe) est la plus haute montagne du Système solaire, avec une altitude de 25 000 m (le Mont Everest sur Terre a 8 827m). Le diamètre de ce volcan atteint 600 km. Les volcans de Mars n'ont plus d'activité, mais les dernières coulées de lave datent d'environ 2 millions d'années.

Les futures missions spatiales nous apprendront, en creusant le sol de Mars, où est passée l'eau de la planète, et si des formes de vies existent dans son sous-sol.

La planète Mars est accompagnée de 2 tout petits satellites qui sont peut-être des ASTÉROÏDES que la planète aurait capturé. Ils ont les caractéristiques suivantes:

Nom	Diamètre (km)	Distance à la planète (km)	Durée de la révolution	Découverte
<i>Phobos</i>	22	9 385	7h 29mn 15s	Hall (1877)
<i>Deimos</i>	13	23 450	1j 6h 17mn 55s	Hall (1877)