

# Neurosciences

## 1 Histoire

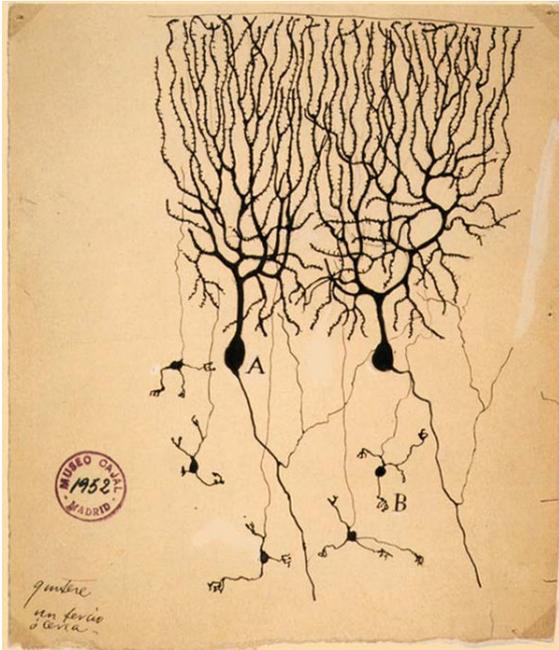
Article détaillé : Histoire de la connaissance du cerveau.

Le terme de *neurosciences* apparaît (dans la langue anglaise) à la fin des années 1960 pour désigner la branche des sciences biologiques qui s'intéresse à l'étude du système nerveux et plus particulièrement du point de vue électrophysiologique, comme l'illustrent les travaux des futurs Prix Nobel, David Hubel et Torsten Wiesel qui enregistrent les réponses électriques des neurones du cortex visuel du chat en fonction des images qu'on lui présente. Néanmoins, en tant que discipline scientifique, les neurosciences se situent dans la lignée d'une démarche scientifique bien plus ancienne qui a reçu diverses étiquettes suivant les époques et les méthodes qu'elle a employées.

Bien que le terme date du XX<sup>e</sup> siècle, l'étude anatomique du système nerveux hérite directement des travaux des médecins anatomistes de la Renaissance, tel André Vésale. Avant cela, de nombreux médecins s'étaient intéressés au fonctionnement du système nerveux et de son lien avec la pensée. Si le nom du « père » de la médecine Hippocrate reste associé à la découverte du rôle du cerveau dans les fonctions mentales, l'histoire de ce qu'on désigne aujourd'hui comme la *neurologie* et la *psychiatrie* prend ses origines dans les traités médicaux de l'Égypte ancienne et passe par les écrits des médecins romains (Galien), puis arabo-musulmans (Averroès), pour arriver aux travaux de Descartes. Ces derniers annonceront une époque de progrès scientifiques qui établiront un pont entre la *psychologie*, l'*anatomie* et la *physiologie*, avec des conséquences très directes sur la réflexion philosophique des Lumières.

L'étude du fonctionnement du système nerveux sera en effet véritablement lancée au XVIII<sup>e</sup> siècle par la découverte de la « bioélectricité » dont le médecin et physicien Luigi Galvani fut l'un des pionniers. Au cours du XIX<sup>e</sup> siècle, ces travaux sur l'« électricité animale » connaîtront de grands progrès. Et à la fin du siècle, en 1875, les premières observations de l'activité électrique en lien avec le comportement seront décrites par un médecin anglais, Richard Caton.

Parallèlement, à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, ce seront les progrès dans l'optique et la chimie qui permettront de découvrir grâce à la coloration des coupes histologiques du tissu nerveux et leur observation au microscope, la structure et l'organisation des neurones. Deux figures incontournables de cette découverte, Camillo Golgi et Santiago Ramón y



Dessin de neurones du cervelet de pigeon par Santiago Ramón y Cajal (1899).

Les **neurosciences** sont l'étude scientifique du système nerveux, tant du point de vue de sa structure que de son fonctionnement, depuis l'échelle moléculaire jusqu'au niveau des organes, comme le cerveau, voire de l'organisme tout entier. Apparues à l'origine comme une branche de la biologie, les neurosciences ont rapidement évolué vers un statut plus interdisciplinaire qui les situe aujourd'hui à la croisée des sciences biologiques, médicales, psychologiques, chimiques, informatiques et mathématiques. Cet élargissement de l'arsenal conceptuel et méthodologique des neurosciences va de pair avec une diversité d'approches dans l'étude des aspects moléculaires, cellulaires, développementaux, neuroanatomiques, neurophysiologiques, cognitifs, génétiques, évolutionnaires, computationnels ou neurologiques du système nerveux.

Dans les grands médias, les neurosciences sont souvent présentées sous l'angle des neurosciences cognitives, tout particulièrement les travaux utilisant l'imagerie cérébrale, bien qu'il s'agisse là d'une sous-partie du champ scientifique que constituent les neurosciences.

Cajal partageront ainsi tous les deux le Prix Nobel de physiologie et médecine en 1906.

Enfin, toujours en cette deuxième moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, l'étude scientifique des patients souffrant de lésions cérébrales par les médecins Broca ou Wernicke formera les prémisses de la « neurologie expérimentale » et de l'étude des fonctions mentales (on dirait aujourd'hui *cognitives*) du système nerveux, future neuropsychologie. La découverte de l'aire de Broca en 1861 est ainsi la première démonstration du rôle du système nerveux dans une fonction dite supérieure, à savoir le langage articulé. Et c'est à l'époque où Charles Darwin propose sa théorie de l'évolution que le même Broca s'intéresse de près aux homologues entre le cerveau humain et celui des autres primates.

Historiquement, les neurosciences ont donc d'abord émergé comme une branche de la biologie et de la médecine, philosophiquement inspirée par le scientisme du XIX<sup>e</sup> siècle et postulant l'absence de toute cause endogène (auto-générée) du comportement humain.

Avec l'évolution des connaissances scientifiques et des méthodes, la chimie, la psychologie, l'informatique et la physique ont par la suite amplement contribué aux progrès de cette discipline. Par ailleurs, il ne faut pas oublier une branche moderne de la philosophie qui a eu et, qui a encore, un impact important sur la façon d'approcher les neurosciences, notamment au travers de ce qu'on appelle les sciences cognitives. Un exemple des plus célèbres de la confrontation entre philosophie et neuroscience est la quête d'une localisation de l'âme dans le cerveau. Ainsi, au XVII<sup>e</sup> siècle, le philosophe René Descartes utilisait un argument neuroscientifique pour faire de la glande pinéale le siège de l'âme (tout en accordant à cette dernière une existence distincte) : alors que les différentes structures du cerveau possèdent chacune un symétrique dans l'autre moitié du cerveau, ce n'est pas le cas de la glande pinéale. Si les termes de cette question particulière sont aujourd'hui dépassés, l'approche philosophique du scientisme continue de jouer un rôle important sur les paradigmes mis en œuvre dans les neurosciences.

(voir *infra*)

## 2 Organisation du champ des neurosciences

Les neurosciences couvrant plusieurs ordres de grandeurs de complexité, on peut les diviser en fonction de cette caractéristique<sup>[1]</sup> :

- quelques  $\mu\text{m}$  : synapses
- 100  $\mu\text{m}$  : neurones
- 1 mm : réseaux élémentaires
- 1 cm : « cartes » (*maps*)

- 10 cm : ensemble cognitif et moteur spécialisé

Les frontières des diverses disciplines restent relativement floues. Les principales sont données ci-dessous :

- la neuroanatomie caractérise la structure anatomique (morphologie, connectivité...) du système nerveux,
- la neuroendocrinologie étudie les liens entre le système nerveux et le système hormonal,
- la neurophysiologie étudie le fonctionnement physiologique des unités constitutives du système nerveux que sont les neurones,
- les neurosciences cognitives cherchent à établir les liens entre le système nerveux et la cognition,
- la neurologie est la branche de la médecine s'intéressant aux conséquences cliniques des pathologies du système nerveux et à leurs traitements,
- la neuropsychologie s'intéresse aux conséquences cliniques des pathologies du système nerveux sur la cognition, l'intelligence et les émotions,
- les neurosciences computationnelles cherchent à modéliser le fonctionnement du système nerveux au moyen de simulations informatiques,
- les neurosciences sociales étudient des mécanismes physiologiques, neurobiologiques et hormonaux qui sous-tendent les comportements sociaux et les relations interpersonnelles.
- la neuroéconomie et la neurofinance s'intéressent aux processus de décision des agents économiques, et notamment l'étude des rôles respectifs des émotions et de la cognition dans ceux-ci. Ces branches sont liées à l'économie comportementale et la finance comportementale.

Les tableaux ci-dessous présentent de manière détaillée les disciplines des neurosciences, regroupées en grandes familles :

- Les sciences biologiques des neurosciences
- Les sciences cognitives
- Les sciences médicales
- L'ingénierie et la technologie des neurosciences
- Les disciplines récentes

**Les sciences biologiques des neurosciences :**

**Les sciences cognitives des neurosciences :**

**Les sciences médicales des neurosciences :**

**Ingénierie et technologie :**

**Disciplines récentes :**

### 3 Méthodes

*Animation des sections IRM à travers l'axe-Z d'un être humain adulte sain.*

Aujourd'hui, l'étude du système nerveux passe par de multiples approches qui suivent deux grandes directions :

- une approche ascendante (ou *bottom-up*) qui étudie les briques de base du système nerveux pour essayer de reconstituer le fonctionnement de l'ensemble ;
- une approche descendante (*top-down*) qui, en étudiant les manifestations externes du fonctionnement du système nerveux, tente de comprendre comment il est organisé et comment il fonctionne.

Ces deux démarches, ascendante pour la première et descendante pour la deuxième, commencent aujourd'hui à se rencontrer à un carrefour formé par l'imagerie cérébrale et plus généralement les neurosciences cognitives. En effet, les techniques d'imagerie cérébrale permettent de déterminer comment une fonction cognitive précise est réalisée dans le système nerveux en mesurant divers corrélats de l'activité neuronale (vasculaire pour l'IRM fonctionnelle, électrique pour l'EEG...) lorsque le sujet (humain ou non) réalise une tâche donnée (écouter un son, mémoriser une information, lire un texte...).

### 4 Applications

L'une des activités les plus médiatisées des neurosciences est l'atlas neuro-fonctionnel du cerveau. Une autre, en plein essor, est la neuropsychologie. Une meilleure connaissance des pathologies neuronales est aussi un domaine considéré crucial, notamment avec l'augmentation

des pathologies neurodégénératives au sein d'une population vieillissante.

On peut aussi citer le développement de la neuroéconomie. Dans ce dernier domaine, les recherches auraient montré que certaines décisions dans des domaines censés être rationnels (achats et vente en bourse) seraient souvent liées à de fortes excitations et émotions, mettant en jeu des zones du cerveau associées au plaisir ou à la souffrance. Cela ouvre la voie à l'exploration du rôle des émotions dans le processus de décision quel que soit le domaine.

### 5 Questionnements actuels

Bien qu'ayant réalisé de grandes avancées ces dernières décennies, la recherche en Neurosciences a encore de grandes interrogations devant elles. Son plus grand défi reste et restera de lier la biologie (les neurones) à la psychologie (la conscience, l'esprit, l'intelligence, etc.). Voici quelques exemples de questionnements actuels sur lesquels planchent certains neuroscientifiques :

- Où est stockée l'information (la mémoire), au niveau des neurones ou ailleurs ? Les neurones pourraient-ils ne servir que de relais ?
- Comment se met en place l'organisation du système nerveux au cours du développement ? Comment peut-elle être altérée ?
- Comment se déclenchent les maladies neurodégénératives ? (la majorité d'entre-elles ont une étiologie encore inconnue.)
- Quel est le rôle des cellules gliales dans le fonctionnement normal et pathologique du cerveau ?
- Quelles sont les relations entre perception et réalité ?
- Comment expliquer les états modifiés de la conscience ?
- ...

### 6 Critiques

Paul Valéry s'est montré sceptique à l'égard de ceux qui affirmaient voir - à son époque - *l'esprit au bout de leur bistouri* :

« Veuillez donc supposer que les plus grands savants qui ont existé jusqu'à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, les Archimède et les Descartes, étant assemblés en quelque lieu des Enfers, un messenger de la Terre leur apporte une dynamo et la leur donne à examiner à loisir (...). Ils la font démonter, en interrogent et en mesurent toutes les parties. Ils font en somme tout

ce qu'ils peuvent... Mais le courant leur est inconnu, l'induction leur est inconnue ; ils n'ont guère l'idée que de transformations mécaniques. Ainsi tout le savoir et tout le génie humain réunis devant ce mystérieux objet échouent à en deviner le secret, et à deviner le fait nouveau qui fut apporté par Volta (...), Ampère, Oersted, Faraday, et les autres (...) [C'est] ce que nous-mêmes faisons quand nous interrogeons un cerveau, le pesant, le disséquant, le débitant en coupes minces et soumettant ces lamelles fixées à l'examen histologique »

(Variété III, *Le bilan de l'intelligence*).

Pour leur ambition de comprendre les mécanismes de la pensée selon une vision tirée du monisme anthropologique et du scientisme, les neurosciences font l'objet de critiques qui se rassemblent autour d'une démarche antiréductionniste et d'un discours biologisant : selon ces critiques, les neurosciences sous-estiment la différence d'échelle entre leur discipline et des phénomènes qui relèvent jusqu'ici d'autres champs scientifiques comme la linguistique, l'anthropologie, la psychologie, la sociologie ou la psychiatrie. Ainsi par exemple ce que Jean-Pierre Changeux nomme concept dans *L'homme neuronal* reste encore une extension du percept, très éloignée encore des concepts du niveau étudié en philosophie. Sans mettre en cause l'intérêt de la démarche, ces critiques affirment que les neurosciences crient juste victoire encore un peu tôt<sup>[2]</sup>.

Si des neuroscientifiques comme Changeux semblent tomber effectivement dans une approche assez réductionniste, d'autres comme le philosophe Daniel Dennett dénoncent ce réductionnisme comme pouvant correspondre à des motivations mercantiles. Les neurosciences cognitives contemporaines essaient en tout cas de tracer des ponts entre l'exploration des mécanismes cérébraux et la richesse des quelques phénomènes cognitifs simples. Nul ne conteste qu'il reste beaucoup à établir avant de pouvoir expliquer une conduite ou un état d'âme aux moyens de ces nouveaux outils scientifiques, en admettant même que cette technique soit la plus simple pour cela (nous n'avons pas besoin par exemple de connaître en détail le cerveau d'un chat pour savoir qu'il se mettra à courir après une souris, pas plus que de connaître la physique du solide pour évaluer la robustesse d'un escabeau). Il reste également à établir une congruence entre différents types d'expériences et de disciplines neuroscientifiques.

L'usage de l'imagerie médicale comme outil d'interprétation du comportement humain suscite également un certain scepticisme, car cette démarche est susceptible de confondre la cause et l'effet (l'excitation d'un organe pouvant être le résultat physiologique d'une décision, et non sa cause ; la carte de la pensée, résultat de la carte de l'activité des neurones issue elle-même de la carte de l'activité d'oxygénation du cerveau). Plus généralement, de telles conclusions tirées de l'observation d'un être animé pourraient être entachées de l'erreur de raisonnement connue sous le nom de *petitio principii* (où

la conclusion de l'expérience résulte directement des postulats métaphysiques du chercheur, voire de ses préjugés sociaux, et non des faits), et d'erreur méréologique<sup>[2]</sup>.

Une autre critique concerne la dimension éthique, sociale et technologique des neurosciences. Le problème de la responsabilité sociale de l'activité scientifique n'est pas propre aux neurosciences, mais il est exacerbé par la médiatisation des avancées faites dans ce domaine et par la fascination liée à l'idée de transformer non pas l'enveloppe corporelle de l'homme (à ce sujet voir l'article *clonage*) mais le fonctionnement de son esprit (voir *transhumanisme*). Certains s'inquiètent ainsi de l'émergence d'un *neuromarketing*, dont l'objectif est d'utiliser les neurosciences pour améliorer l'efficacité des campagnes de marketing : ces recherches trouvent des financements, mais on ne connaît pas les motivations des financiers de cet investissement, ni quel retour ils en espèrent, et pas davantage s'ils ne sont motivés que par la connaissance pure. D'autre part, la remise en question du libre arbitre peut être interprétée comme une remise en cause de la Déclaration universelle des droits de l'homme, justifiant ainsi des restrictions politiques de la part de gouvernements prompts à exploiter ce genres d'occasions, comme cela a été le cas au XX<sup>e</sup> siècle avec l'eugénisme.

Il y a cependant en face le souhait de mieux comprendre le mental humain. Le choix d'applications aux découvertes est lié à tout progrès scientifique et n'est en rien spécifique aux neurosciences. Un pouvoir politique bien contrôlé par le citoyen peut tenter de mettre des garde-fous éthiques aux utilisations technologiques ou sociales des progrès scientifiques sans pour autant entraver la recherche. On en revient alors au dilemme bien connu entre les citoyens et les détenteurs de puissance financière - qui sont parfois les mêmes.

## 7 Prix Nobel

Plusieurs personnalités scientifiques œuvrant dans le domaine des neurosciences ont été récompensées du Prix Nobel de médecine et de physiologie :

Article détaillé : *Catégorie:Neuroscientifique*.

## 8 Notes et références

[1] Trappenberg, *Fundamentals of computational neurosciences*, Oxford University Press, 2002, page 4 (introduction). (ISBN 0-19-851583-9 et 9780198515838)

[2] Denis Forest, *Neurosepticisme*, Ithaque, 2014, 208 p.

## 9 Voir aussi

### 9.1 Bibliographie

- *Neurosciences et psychanalyse : in Revue française de psychanalyse, T. 71 n° 2, avril 2007, PUF, (ISBN 2-13-056158-6)*
- *Georges Chapouthier, Jean Jacques Matras, Introduction au fonctionnement du système nerveux (codage et traitement de l'information), Éditions MEDSI, Paris, 1982*
- *Lionel Naccache, Un sujet en soi : Les neurosciences, le Talmud et la subjectivité, Paris, Éditions Odile Jacob, 2013 (ISBN 978-2-7381-2995-6)*

### 9.2 Articles connexes

- Classement thématique des neurosciences
- Clinatéc
- Neuroergonomie
- Neurodon

### 9.3 Liens externes

- International Brain Research Organization (IBRO)
- Neurosciences : Les Sciences du Cerveau
- Société des Neurosciences
- Society for Social Neuroscience.
- Canadian Association for Neuroscience
- Canadian Institute of Neuroscience, Mental Health & Addiction (INMHA)
- (fr) Le cerveau à tous les niveaux
- (en) « Brain voyager tutor » petit logiciel de simulation d'imagerie cérébrale.
- Quel but fondamental poursuivent les neurosciences ?
-  Portail des neurosciences
-  Portail de la psychologie
-  Portail des sciences
-  Portail de la médecine
-  Portail de la biologie

## 10 Sources, contributeurs et licences du texte et de l'image

### 10.1 Texte

- **Neurosciences** *Source* : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Neurosciences?oldid=117663417> *Contributeurs* : Youssefsan, Hashar, Ryo, Jbdayez, Alvaro, Looxix, Orthogaffe, Fenkys, Kndiaye, Pulsar, Manchoth, Fafnir, Nguyenld, Pgreenfinch, Phe-bot, Storm, Turb, Markadet, Botvinnik, Darkoneko, Erasmus, GastelEtzwane, Psicho-Fox, Mit-Mit, Merlin magicien, Freddydz, Ayack, Gribeco, Like tears in rain, David Berardan, Yelkrokoyade, Pok148, TOnin, Crocefisso, KhunMKham, YurikBot, Eskimbot, Medium69, Frédéric Priest-monk, Litlok, 16@r, Archibald Tuttle, Pautard, Esprit Fugace, Jmax, Remi Mathis, Kilianours, Liquid-aim-bot, Rex.tremendus, Gemini1980, Linan, Yohan Castel, Thijs !bot, Redagavimas, Jarfe, A2, Escarbot, Decety, Derval, Rémi, JAnDbot, Sebleouf, Castella, VonTasha, McSly, LeGéantVert, Salebot, Sotolokomo, Satalakama, Ikanoji, Speculos, Cyril.jarret, Chandres, Chicobot, Tonymainaki, Stéphane P, The RedBot, Rockalexandre, Alecs.bot, Vlaam, Huku-chan, Milky2, Orphée, Chatsam, Viking59, Trimégiste, HerculeBot, WikiCleanerBot, ZetudBot, Epop, Persiana, Micbot, Gagea, K90, In08, Penjo, Rubinbot, Bob Saint Clar, Jack bouleau, Geiss, EmausBot, Salsero35, Ediacara, Erasmus.new, Artvill, ChuispastonBot, Wikitavanti, G de gonjasufi, MerllwBot, Racinaire, Obry, DiliBot, Addbot, Attari, Manuel - le - Grand et Anonyme : 54

### 10.2 Images

- **Fichier:BU\_Bio5c.jpg** *Source* : [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c2/BU\\_Bio5c.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c2/BU_Bio5c.jpg) *Licence* : CC BY-SA 2.0 fr *Contributeurs* : Transferred from fr.wikipedia ; transferred to Commons by User:Bloody-libu using CommonsHelper. *Artiste d'origine* : Original uploader was Elapied at fr.wikipedia
  - **Fichier:Brain\_Surface\_Gyri.SVG** *Source* : [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/23/Brain\\_Surface\\_Gyri.SVG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/23/Brain_Surface_Gyri.SVG) *Licence* : GFDL *Contributeurs* : self-made - reproduction of combined images Surfacegyri.JPG by Reid Offringa and Ventral-dorsal streams.svg by Selket *Artiste d'origine* : James.mcd.nz
  - **Fichier:External.svg** *Source* : <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/25/External.svg> *Licence* : Public domain *Contributeurs* : Travail personnel *Artiste d'origine* : Denelson83
  - **Fichier:Flag\_of\_Australia.svg** *Source* : [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b9/Flag\\_of\\_Australia.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b9/Flag_of_Australia.svg) *Licence* : Public domain *Contributeurs* : Travail personnel *Artiste d'origine* : Ian Fieggen
  - **Fichier:Flag\_of\_Austria.svg** *Source* : [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/41/Flag\\_of\\_Austria.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/41/Flag_of_Austria.svg) *Licence* : Public domain *Contributeurs* : Travail personnel, <http://www.bmlv.gv.at/abzeichen/dekorationen.shtml> *Artiste d'origine* : User:SKopp
  - **Fichier:Flag\_of\_Canada.svg** *Source* : [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cf/Flag\\_of\\_Canada.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cf/Flag_of_Canada.svg) *Licence* : Public domain *Contributeurs* : ? *Artiste d'origine* : ?
  - **Fichier:Flag\_of\_France.svg** *Source* : [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c3/Flag\\_of\\_France.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c3/Flag_of_France.svg) *Licence* : Public domain *Contributeurs* : [http://www.diplomatie.gouv.fr/de/frankreich\\_3/frankreich-entdecken\\_244/portrat-frankreichs\\_247/die-symbole-der-franzosischen-republik\\_260/trikolore-die-nationalfahne\\_114.html](http://www.diplomatie.gouv.fr/de/frankreich_3/frankreich-entdecken_244/portrat-frankreichs_247/die-symbole-der-franzosischen-republik_260/trikolore-die-nationalfahne_114.html) *Artiste d'origine* : This graphic was drawn by SKopp.
  - **Fichier:Flag\_of\_Germany.svg** *Source* : [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/ba/Flag\\_of\\_Germany.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/ba/Flag_of_Germany.svg) *Licence* : Public domain *Contributeurs* : ? *Artiste d'origine* : ?
  - **Fichier:Flag\_of\_Italy.svg** *Source* : [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/03/Flag\\_of\\_Italy.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/03/Flag_of_Italy.svg) *Licence* : Public domain *Contributeurs* : There has been a long discussion on the colors of this flag. *Please read the talk page before editing or reverting this image.* Pantone to RGB performed by <http://www.pantone.com/pages/pantone/colorfinder.aspx> *Artiste d'origine* : see below
  - **Fichier:Flag\_of\_Japan.svg** *Source* : [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9e/Flag\\_of\\_Japan.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9e/Flag_of_Japan.svg) *Licence* : Public domain *Contributeurs* : Law Concerning the National Flag and Anthem (1999) URL link in English, actual law (Japanese ; colors from [http://www.mod.go.jp/j/info/nds/siyousyo/dsp\\_list\\_j.htm#Z8701](http://www.mod.go.jp/j/info/nds/siyousyo/dsp_list_j.htm#Z8701)) *Artiste d'origine* : Various
  - **Fichier:Flag\_of\_Poland.svg** *Source* : [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/12/Flag\\_of\\_Poland.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/12/Flag_of_Poland.svg) *Licence* : Public domain *Contributeurs* : Own work, modified color values by text substitution in the existing file *Artiste d'origine* : Mareklug, Wanted
  - **Fichier:Flag\_of\_Portugal.svg** *Source* : [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5c/Flag\\_of\\_Portugal.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5c/Flag_of_Portugal.svg) *Licence* : Public domain *Contributeurs* : <http://jorgesampaio.arquivo.presidencia.pt/pt/republica/simbolos/bandeiras/index.html#img> *Artiste d'origine* : Columbano Bordalo Pinheiro (1910 ; generic design) ; Vítor Luís Rodrigues ; António Martins-Tuválkin (2004 ; this specific vector set : see sources)
  - **Fichier:Flag\_of\_Russia.svg** *Source* : [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f3/Flag\\_of\\_Russia.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f3/Flag_of_Russia.svg) *Licence* : Public domain *Contributeurs* : Государственный флаг Российской Федерации. Цвета флага : (Blue - Pantone 286 C, Red - Pantone 485 C) взяты из [1][2][3][4] *Artiste d'origine* : Zscout370
  - **Fichier:Flag\_of\_South\_Africa.svg** *Source* : [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/af/Flag\\_of\\_South\\_Africa.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/af/Flag_of_South_Africa.svg) *Licence* : Public domain *Contributeurs* : Per specifications in the Constitution of South Africa, Schedule 1 - National flag *Artiste d'origine* : Flag design by Frederick Brownell, image by Wikimedia Commons users
  - **Fichier:Flag\_of\_Spain.svg** *Source* : [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9a/Flag\\_of\\_Spain.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9a/Flag_of_Spain.svg) *Licence* : CC0 *Contributeurs* : ["Sodipodi.com Clipart Gallery". Original link no longer available ] *Artiste d'origine* : Pedro A. Gracia Fajardo, escudo de Manual de Imagen Institucional de la Administración General del Estado
  - **Fichier:Flag\_of\_Sweden.svg** *Source* : [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4c/Flag\\_of\\_Sweden.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4c/Flag_of_Sweden.svg) *Licence* : Public domain *Contributeurs* : ? *Artiste d'origine* : ?
  - **Fichier:Flag\_of\_Switzerland.svg** *Source* : [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f3/Flag\\_of\\_Switzerland.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f3/Flag_of_Switzerland.svg) *Licence* : Public domain *Contributeurs* : PDF Colors Construction sheet *Artiste d'origine* : User:Marc Mongenet
- Credits :
- **Fichier:Flag\_of\_the\_Habsburg\_Monarchy.svg** *Source* : [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7a/Flag\\_of\\_the\\_Habsburg\\_Monarchy.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7a/Flag_of_the_Habsburg_Monarchy.svg) *Licence* : Public domain *Contributeurs* : Cette image vectorielle a été créée avec Inkscape. *Artiste d'origine* : Sir Iain, earlier version by ThrashedParanoid and Peregrine981.ThrashedParanoid

- **Fichier:Flag\_of\_the\_Netherlands.svg** *Source* : [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/20/Flag\\_of\\_the\\_Netherlands.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/20/Flag_of_the_Netherlands.svg) *Licence* : Public domain *Contributeurs* : Travail personnel *Artiste d'origine* : Zscout370
- **Fichier:Flag\_of\_the\_United\_Kingdom.svg** *Source* : [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/ae/Flag\\_of\\_the\\_United\\_Kingdom.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/ae/Flag_of_the_United_Kingdom.svg) *Licence* : Public domain *Contributeurs* : Travail personnel per data at <http://flagspot.net/flags/gb.html> *Artiste d'origine* : Original flag by Acts of Union 1800
- **Fichier:Flag\_of\_the\_United\_States.svg** *Source* : [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a4/Flag\\_of\\_the\\_United\\_States.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a4/Flag_of_the_United_States.svg) *Licence* : Public domain *Contributeurs* : SVG implementation of U. S. Code : Title 4, Chapter 1, Section 1 [1] (the United States Federal "Flag Law"). *Artiste d'origine* : Dbenbenn, Zscout370, Jacobolus, Indolences, Technion.
- **Fichier:Icon\_psycho.svg** *Source* : [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f7/Icon\\_psycho.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f7/Icon_psycho.svg) *Licence* : CC BY-SA 3.0 *Contributeurs* : File:Icon psycho.png and File:Biohazard template.svg *Artiste d'origine* : Reubot
- **Fichier:PurkinjeCell.jpg** *Source* : <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/15/PurkinjeCell.jpg> *Licence* : Public domain *Contributeurs* : ? *Artiste d'origine* : ?
- **Fichier:Sciences\_exactes.svg** *Source* : [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/37/Sciences\\_exactes.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/37/Sciences_exactes.svg) *Licence* : LGPL *Contributeurs* : ? *Artiste d'origine* : ?
- **Fichier:Star\_of\_life2.svg** *Source* : [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5b/Star\\_of\\_life2.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5b/Star_of_life2.svg) *Licence* : Public domain *Contributeurs* : Travail personnel *Artiste d'origine* : Verdy p
- **Fichier>User-FastFission-brain.gif** *Source* : <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c7/User-FastFission-brain.gif> *Licence* : CC-BY-SA-3.0 *Contributeurs* : ? *Artiste d'origine* : ?

### 10.3 Licence du contenu

- Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0