

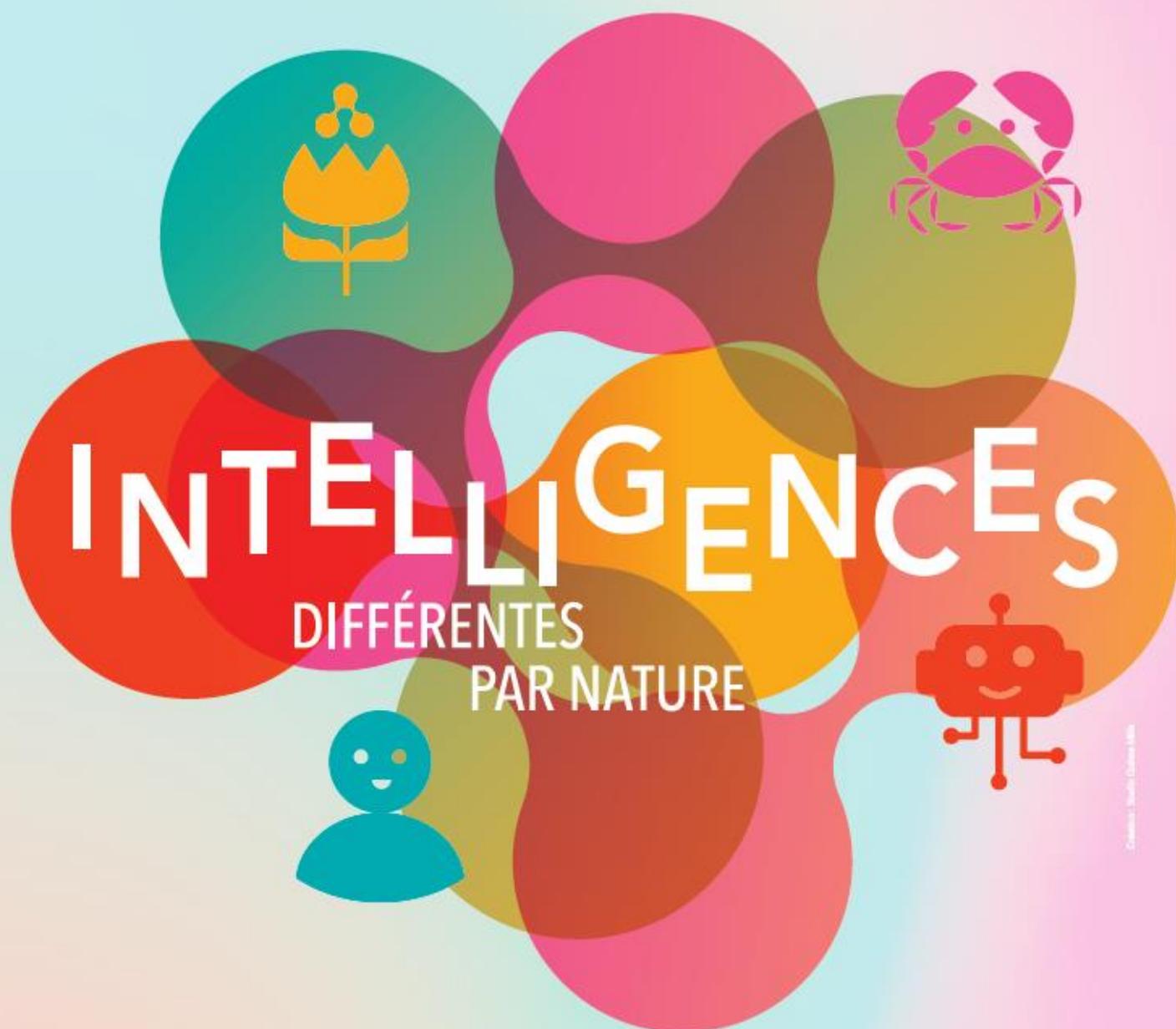


espace
des sciences
lesChampsLibres

EXPOSITION RENNES

du 26 septembre 2023 au 10 mars 2024

www.espace-sciences.org/rennes • #ExpolIntelligences



Crédit : Studio Culture Libres

LIVRET DES TEXTES

Vous pouvez retrouver les vidéos et les multimédias
sur le site de l'exposition :

<https://expo-intelligences.org/>

Droits réservés- ESPACES DES SCIENCES



INTELLIGENCES CELLULAIRES ET VÉGÉTALES

Tout organisme vivant, du microscopique au gigantesque, s'adapte à son environnement changeant, se protège, se nourrit et se reproduit.

Chaque être vivant capte des informations à partir de ce qui l'entoure. Il a la capacité de les conserver en mémoire, de les traiter et de réagir d'une manière adaptée.

Pour certains chercheurs, c'est une des premières formes d'intelligence : trouver une solution à un problème, comme se défendre contre une agression. D'autres préfèrent parler d'automatismes ou de réactions physico-chimiques.

LES BACTÉRIES, MINUSCULES ET PAS SI BÊTES

Les bactéries sont une des premières formes de vie apparues sur Terre. Sont-elles déjà dotées d'une intelligence ? La question n'est pas tranchée.

Sous le microscope des scientifiques, les bactéries dévoilent leurs talents. Elles se déplacent pour se nourrir et se reproduire. Face à un danger, elles ont les ressources pour réagir et se protéger. Regroupées en colonies, elles communiquent entre elles et adoptent des comportements bénéfiques à chacune d'elles. Selon certains chercheurs, ces capacités ne sont que des réponses automatiques aux contraintes de l'environnement. Pour d'autres, les bactéries sont en mesure de percevoir leur milieu, de traiter et d'intégrer l'information. Elles trouvent des solutions en fonction de chaque situation : elles sont intelligentes à leur manière.

Les huit capacités « cognitives » de la bactérie

Ressentir : percevoir, détecter, capter l'information par les organes des sens.

Mémoriser : garder en mémoire, se souvenir.

Apprendre : assimiler une information.

Évaluer : apprécier une quantité.

Anticiper : prévoir pour pouvoir réagir.

Prendre une décision : adopter un comportement qui répond à une situation.

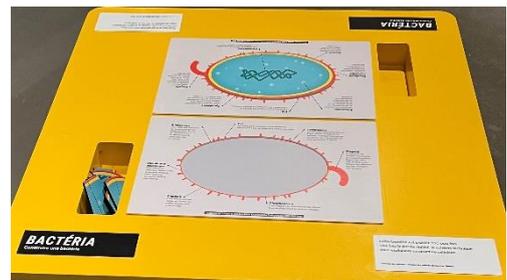
Communiquer : échanger de l'information entre bactéries ou avec d'autres organismes.

Coopérer : coordonner une action avec d'autres bactéries.

D'après Pamela Lyon, Université d'Adélaïde (Australie).

Vidéo - **COLI, LA BACTÉRIE
DE SACRÉS POUVOIRS !**
(Durée : 5 min)

Jeu - **BACTERIA
CONSTRUIRE UNE BACTÉRIE**





LE BLOB, UN CHAMPION SANS CERVEAU

Ni animal, ni végétal, ni champignon, le blob est une cellule géante. Il peut se déplacer, apprendre et transmettre de l'information.

De son vrai nom *Physarum polycephalum*, le blob est un être unicellulaire présent sur terre depuis plus d'un milliard d'années. Curiosité : son unique cellule contient des millions de noyaux ! Il est capable de se déplacer en déployant des ramifications et de traverser des labyrinthes pour trouver de la nourriture. Lorsqu'il fusionne avec un autre blob, il peut lui transmettre sa mémoire, ses goûts... Ses capacités n'ont pas fini de surprendre les scientifiques.

Jeux - BLOBISSIMO / PROFESSEUR TERO, LE RÉSEAU DE TOKYO

Sur cette vue aérienne de l'agglomération de Tokyo (Japon), les points jaunes représentent les gares du réseau ferré. C'est le champ d'expérience du professeur Nakagaki.

Maintenez appuyé l'interrupteur et observez le réseau créé par le blob. Éteignez.

À votre tour, reliez les gares à l'aide de baguettes. Attention, elles sont de longueurs différentes ! Allumez à nouveau la table et comparez votre réseau avec celui du blob. Quelles sont les différences ? Les vidéos vous présentent l'expérience du professeur Nakagaki et l'art du déplacement chez le blob.



Multimédia - UNE CHERCHEURE RÉPOND À VOS QUESTIONS : AUDREY DUSSUTOUR



Audrey Dussutour, chercheuse en éthologie, est spécialiste des fourmis et des êtres unicellulaires.

Membre du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), elle est rattachée au Centre de Recherches sur la Cognition Animale (CRCA) au Centre de Biologie Intégrative (CBI) de Toulouse.



Installation interactive - PLANTARIUM LES MYSTÈRES DE LA FORÊT



LES PLANTES, SÉDENTAIRES, MAIS ALERTES

Au cœur d'une plante, l'information circule entre les cellules des racines, du bois, des feuilles... pour assurer au végétal une forme de « cognition distribuée ».

Fixés au sol, les végétaux sont limités dans leurs déplacements. Ils s'adaptent aux variations de leur environnement : lumière, température, nourriture disponible... Par des signaux électriques et chimiques, ils s'échangent de l'information sur la qualité de l'air et du sol, sur la présence de maladies ou sur une attaque de prédateurs. Grâce à leurs aptitudes à traiter une grande quantité de données, les plantes assurent leur croissance et leur reproduction.

Jeu - BIOMAX LES OLYMPIADES VÉGÉTALES



Multimédia - UNE CHERCHEURE RÉPOND À VOS QUESTIONS - CATHERINE LENNE



Catherine Lenne, enseignante-chercheuse en biologie végétale, est spécialiste des mécanismes du développement des plantes.

Elle est rattachée au Laboratoire de Physique et physiologie Intégratives de l'Arbre en environnement Fluctuant (PIAF) de l'Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'alimentation et l'Environnement (INRAE) à l'Université Clermont Auvergne.





INTELLIGENCES ANIMALES

Plus la science étudie les espèces animales non humaines, plus elle les découvre capables de performances cognitives étonnantes.

Communication, coopération, représentation de soi et des autres, émotions, création et manipulation d'outils : les chercheurs découvrent chez les espèces animales des facultés insoupçonnées, auparavant réservées à *Homo sapiens*.

Au-delà du cercle des mammifères proches de l'espèce humaine, les animaux présentent des formes complexes d'intelligence, individuelle ou collective.

INSECTES SOCIAUX, LE GÉNIE DU COLLECTIF

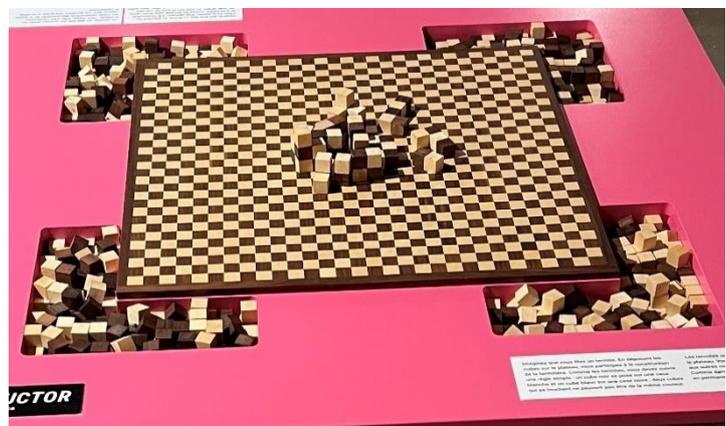
Termites, fourmis, abeilles ou guêpes démontrent de réelles prouesses d'action collective : construction de nids, recherche de nourriture...

Les insectes sociaux sont capables, par l'accumulation de comportements individuels, la coordination et la communication entre tous les membres de la colonie, de combiner leurs actions pour conduire à des réalisations surprenantes. Chacun occupe une fonction prédéfinie pouvant évoluer selon les besoins du groupe, de l'âge et des capacités des individus. Les réalisations architecturales, la gestion des ressources alimentaires et matérielles, mais aussi la division du travail et des rôles sociaux démontrent de vraies performances d'intelligence « communautaire ».

Une intelligence distribuée

Chez les insectes sociaux, les actions collectives émergent des comportements simples des individus. Chacun d'entre eux est indépendant, et c'est l'interaction entre les membres de la colonie qui permet de coordonner les opérations. Ces formes d'intelligence collective sont de plus en plus étudiées en informatique et en robotique, où des systèmes de contrôle centralisés gagnent à être remplacés par d'autres, plus autonomes et plus flexibles, fondés sur les échanges entre éléments de base.

Jeu - CONSTRUCTOR
APPORTER SA PIERRE A L'EDIFICE



Film - TERMITIA

VOYAGE AU CENTRE D'UNE TERMITIÈRE

(Durée : 5min 41)

Les colonies de termites possèdent un véritable savoir-faire pour fabriquer des nids parfaitement adaptés à leurs besoins et à leur environnement.

La construction d'une termitière nécessite la participation de toutes les ouvrières, car chacune d'elles possède dans ses gènes le « programme » pour fabriquer une partie de la structure. Réalisée à partir de boulettes de terre, d'excréments et de salive, l'architecture peut être déconstruite et reconstruite lors d'une attaque de prédateurs ou d'aléas climatiques. Les termitières disposent de chambres spécialisées et d'un ingénieux système de ventilation et de régulation thermique.



reine

Les termites de la colonie sont répartis en différentes castes ayant chacune une fonction particulière : la reine et le roi pour la reproduction ; les soldats pour la défense de la colonie et les ouvriers pour le ravitaillement, le soin aux œufs, le nettoyage et la construction du nid.



roi



ouvriers



soldat

Multimédia - UN CHERCHEUR RÉPOND À VOS QUESTIONS - GUY THÉRAULAZ



Guy Théraulaz, chercheur et neurosciences et en éthologie, est spécialiste des comportements collectifs au sein des sociétés d'insectes sociaux.

Membre du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), il dirige l'équipe « Dynamiques Complexes et Réseaux d'Interactions dans les Sociétés Animales » du Centre de Recherches sur la Cognition Animale (CRCA) de Toulouse.

FIGURES DE GROUPE, L'INTELLIGENCE CHORÉGRAPHIQUE

Vols d'étourneaux, bancs de poissons et troupeaux de mammifères offrent de véritables ballets qu'aucun être humain ne pourrait reproduire.

Ces comportements paraissent minutieusement coordonnés. Pourtant, les actions individuelles ne suivent pas un plan général établi à l'avance, mais résultent de l'application de règles simples de distanciation ou d'orientation qui sont suivies par chaque individu. Malgré l'apparence d'une organisation précise et d'une cohérence de forme, ces chorégraphies ne sont orchestrées par aucune décision individuelle.



Multimédia - FLOCKING, LA MAGIE D'UN VOL D'OISEAUX



Boids, une contraction de bird-old (qui a la forme d'un oiseau), est le nom d'un programme informatique de vie artificielle développé par Craig W. Reynolds en 1986 et simulant le comportement d'une nuée d'oiseaux en vol.

Jeu - À LA BAGUETTE, L'INTELLIGENCE DU GESTE

Placez la noix sur le point rouge du labyrinthe. À travers la grille, utilisez une baguette de bois pour déplacer la noix. Ramenez-la à vous et attrapez-la. Vous pouvez changer de baguette en cours de jeu.

Vidéos - À LA BAGUETTE, L'INTELLIGENCE DU GESTE

Les vidéos montrent différentes espèces animales face au labyrinthe : femelle Bonobo, mâle Capucin, jeune mâle Gorille, mâle *Homo sapiens* et jeune mâle Orang-outan.



Ameline bardo présente ses recherches, menées sous la direction d'Emmanuelle Pouydebat.

AMELINE BARDO, expériences de recherche : 5 vidéos

- Présentations – Une chercheure et son projet (1min14)
- Qui participe ? – Le choix des espèces (0min47)
- Volontaires ? – Jouer le jeu de l'expérience (4min54)
- Est-ce un jeu ? – Point de vue des animaux (0min57)
- Images de recherche – L'intérêt de filmer (1min29)

LE COIN DES OUTILS, À CHACUN SON ACCESSOIRE

De nombreuses études démontrent que la fabrication et l'utilisation d'outils ne sont pas le « propre de l'homme ».

L'usage d'outils a longtemps été considéré comme un critère d'intelligence réservé à « l'élite » représentée par les grands singes et les humains. Les chercheurs ont même élargi cette notion d'outil, qui peut être constitué d'une partie du corps, par exemple les oreilles des chauves-souris ou le bec des oiseaux. La création et l'utilisation d'outils impliquent une panoplie de compétences : l'anticipation, l'apprentissage, l'adresse... Les espèces possédant ces capacités sont très diversifiées.



Installation vitrines - LE COIN DES OUTILS, À CHACUN SON ACCESSOIRE



La loutre de mer peut manger jusqu'à 75 moules par heure, qu'elle pêche à une profondeur pouvant atteindre 50 m. Après les avoir ramenées en surface, elle utilise des rochers émergés comme « casse-noix » ou, tout en flottant sur le dos, une pierre posée sur sa poitrine sur laquelle elle brise les coquilles les plus dures. Sa puissante mâchoire achève le travail en broyant les restes.



Le corbeau de Nouvelle-Calédonie utilise des feuilles de Pandanus pour transpercer et tirer les larves cachées dans les arbres. Avec son bec, il fabrique l'outil adapté aux trous qu'il rencontre : simple, large et fin ou complexe et cranté. Il s'agit du plus haut niveau de complexité dans la réalisation d'outils : fabrication en plus de deux étapes ou sculptage fin en 3D.



Les grands dauphins grattent les fonds marins, afin de débusquer les poissons enfouis. À Shark Bay, en Australie, certains utilisent une éponge sur leur rostre, pour ne pas se blesser durant ces fouilles. Une étude, basée sur des simulations informatiques et des données génétiques, démontre que cette technique a été « inventée » entre 1830 et 1890, et transmise principalement aux femelles.



Quand ils se sentent traqués, les orangs-outans posent une feuille contre leurs lèvres et émettent un « baiser sonore ». Ainsi, leurs cris amplifiés donnent l'impression qu'ils constituent des cibles plus imposantes qu'ils ne le sont vraiment. Ce comportement, observé uniquement sur l'île de Bornéo en Indonésie, n'est pas instinctif, mais socialement acquis à l'échelle locale.



Ce petit crabe, vivant dans les Océans Indien et Pacifique, tient en permanence une anémone de mer urticante, tentacules vers le bas, dans chacune de ses pinces. Comme un boxeur, il les brandit pour intimider ses prédateurs. Telle une pom-pom girl, il effectue de larges mouvements de balancement, afin que les anémones récoltent les proies dont ils se nourrissent tous les deux.



Au Jardin des Plantes (Paris), les sangliers des Visayas ont été observés à creuser le sol avec un morceau d'écorce afin de construire les nids destinés à leur progéniture. La mère aurait appris par elle-même à utiliser cet outil et transmis l'astuce aux autres. Bien que ce comportement n'ait été observé qu'en captivité, il est possible que les sangliers sauvages fassent de même.

Multimédia - UNE CHERCHEURE RÉPOND À VOS QUESTIONS - EMMANUELLE POUYDEBAT



Emmanuelle Pouydebat est spécialiste des intelligences animales et de l'évolution des comportements.

Directrice de recherche au Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) et au Muséum d'Histoire Naturelle, au laboratoire Mécanismes Adaptatifs et Évolution (MECADEV).

Multimédia - INTELLIMAX ÉTONNANTS ANIMAUX

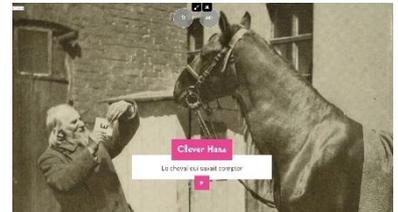


HANS LE MALIN, LE CHEVAL QUI SAVAIT COMPTER

Les animaux qui manifestent des compétences proches de celles des humains ont toujours fasciné ces derniers, qui y voient de l'intelligence.

Au début du 20e siècle, à Berlin, une attraction de foire connaît un immense succès. Sa vedette est un cheval. Son propriétaire, Wilhelm von Osten, est un ancien professeur de mathématiques. Hans saurait apparemment compter et résoudre des énigmes. Serait-il intelligent ? La renommée de Hans dépasse les frontières ! Mais l'histoire ne s'arrête pas là... Des savants se sont penchés sur son cas. La destinée de Hans parvient jusqu'à nous, sous des formes toujours renouvelées et insoupçonnées.

Film - HANS LE MALIN LE CHEVAL QUI SAVAIT COMPTER (Durée 5min30)



DES INTELLIGENCES BUISSONNANTES

Sur la longue durée de l'évolution des espèces, les capacités cognitives des êtres vivants se sont continuellement élaborées et transformées.

Aujourd'hui, les scientifiques définissent l'intelligence comme la capacité à résoudre de manière innovante et adaptée un problème posé dans l'environnement. Chaque espèce vivante est donc porteuse d'une forme d'intelligence, qui lui est propre. Comme l'évolution des espèces, modélisée en un immense buisson, les variations des intelligences ont elles aussi suivi des chemins très divers. L'humain ne trône plus au sommet de la hiérarchie des êtres vivants.

Multimédia - GRAND MUSÉUM L'INTELLIGENCE DES ESPÈCES



CERVEAUX D'ANIMAUX, OÙ SE SITUE L'INTELLIGENCE ?

Faut-il posséder un cerveau pour être intelligent ? Le système nerveux des espèces animales prend des formes très variées.

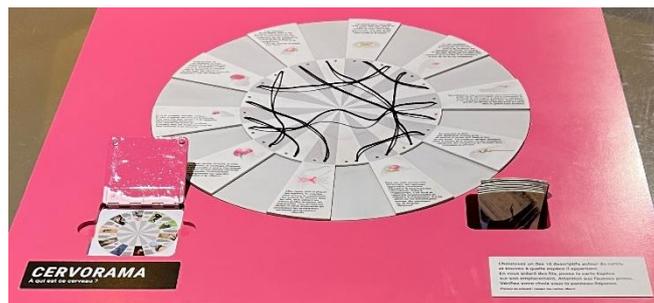
Chez la plupart des animaux, les comportements intelligents sont orchestrés par leur système nerveux. Ce dernier reçoit l'information captée par les organes des sens et coordonne les actions appropriées. Pour répondre au besoin spécifique de l'espèce, le réseau de récepteurs et de terminaisons nerveuses peut être réparti dans différentes parties du corps, par exemple dans les tentacules chez la pieuvre. Comme quoi, avoir la grosse tête n'est pas signe d'intelligence !

Moulages de cerveaux - CERVEAUX D'ANIMAUX. OÙ SE SITUE L'INTELLIGENCE ?



	Volume du cerveau	Masse moyenne de l'animal
Lion	180 cm ³	120 kg
Souris grise	1,9 cm ³	20 g
Grande roussette	10 cm ³	5 kg
Ours lippu	164 cm ³	100 kg
Kangourou	42 cm ³	10 kg
Macaque crabier	68 cm ³	11 kg
Léopard	67 cm ³	31 kg
Fourmi	0,5 mm ³	5 mg
Abeille	1 mm ³	70 mg
Saumon	18 cm ³	4 kg
Crocodile du Nil	13 cm ³	250 kg
Rhinocéros noir	400 cm ³	2200 kg
Geai des chênes	4 cm ³	160 g
Autruche	26 cm ³	120 kg
Panda géant	166 cm ³	105 kg
Chimpanzé	300 cm ³	50 kg
Homme	1320 cm ³	62 kg

Jeu - CERVORAMA : À QUI EST CE CERVEAU ?





INTELLIGENCES HUMAINES

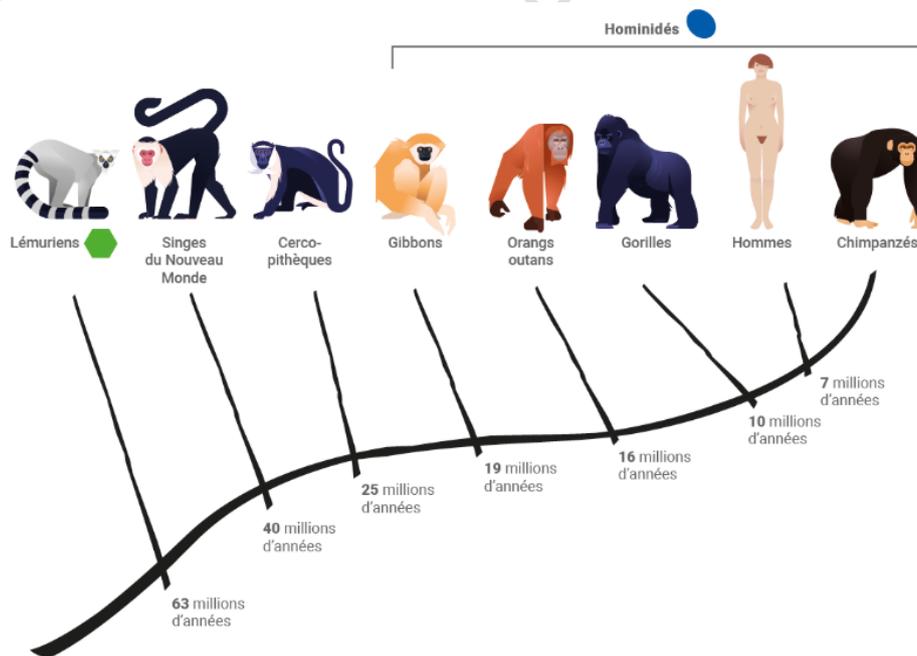
Les capacités intellectuelles de l'espèce humaine sont exceptionnelles. Ce ne sont pas des paroles en l'air : c'est la science qui le dit.

Doté d'un cerveau hors normes, *Homo sapiens* a accès au langage, à la technique, aux sciences, à la création artistique et à des formes complexes de socialisation.

Aujourd'hui, son intelligence n'est plus seulement considérée en fonction des performances intellectuelles mesurées par des tests psychologiques : elle est aussi corporelle, sociale, affective, relationnelle, collective...

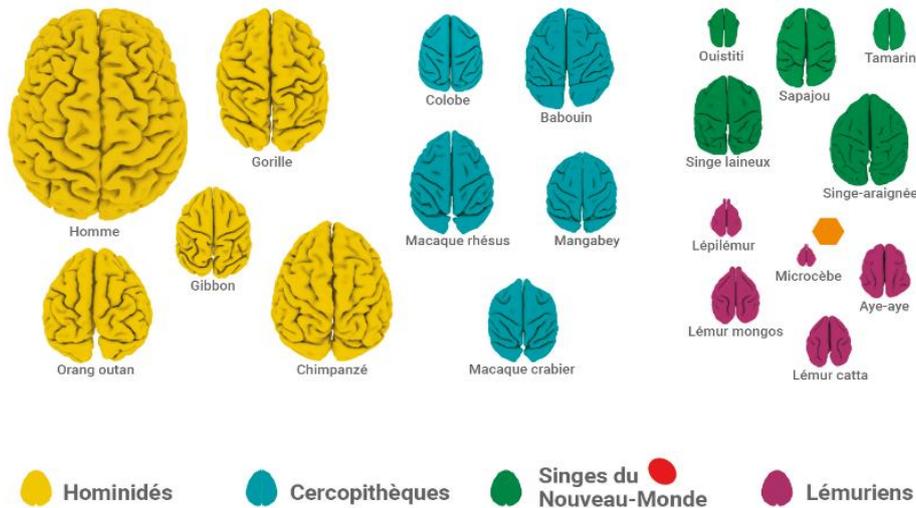
LA LIGNÉE DE SAPIENS

Homo sapiens fait partie du groupe des Primates, caractérisé par un pouce opposable aux autres doigts. Sur cette branche du buisson du vivant, à partir d'un ancêtre commun, la lignée humaine s'individualise il y a sept à huit millions d'années. Elle donne naissance à de nouvelles ramifications évolutives et, vers - 300 000 ans, à l'espèce à laquelle nous appartenons : ni supérieure aux autres, ni plus intelligente...



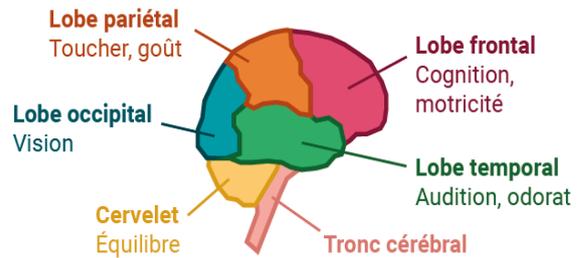
UN GROS CERVEAU

Y a-t-il un lien entre la taille du cerveau et les performances cognitives ? Selon ce critère, *sapiens* s'en sort bien : il a le cerveau le plus volumineux des primates vivant aujourd'hui sur la planète. Mais la taille ne fait pas tout ! C'est l'organisation cérébrale qui prime sur tout le reste : la répartition des différentes sections, la surface des circonvolutions, le nombre de cellules excitables et la vitesse des impulsions.



UN LONG DÉVELOPPEMENT

Le cerveau d'un nouveau-né humain ressemble à celui d'un chimpanzé. C'est dans les années qui suivent que certaines zones cérébrales particulièrement décisives, comme celles du langage, de la planification ou de la motricité fine, voient leur développement s'accélérer. De la naissance à l'âge adulte, la surface du cortex triple, ce qui pourrait expliquer sa complexité et sa puissance.



Nouveau-né
 Périmètre crânien 35 cm
 poids du cerveau 370 g
 % du poids corporel 12%



Enfant
 Périmètre crânien 50 cm
 poids du cerveau 1 180 g
 % du poids corporel 8%



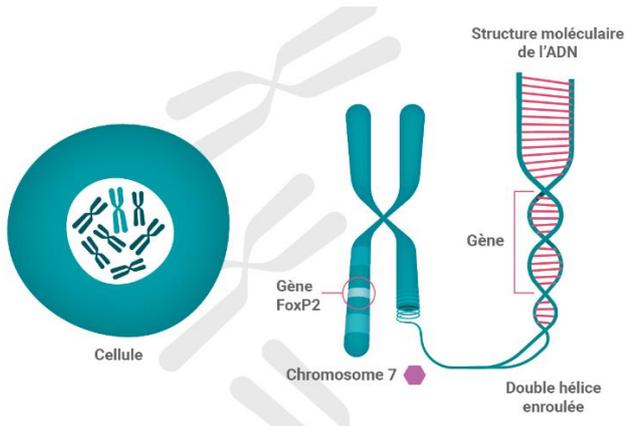
Adolescent
 Périmètre crânien 54 cm
 poids du cerveau 1 280 g
 % du poids corporel 3%



Adulte
 Périmètre crânien 56 cm
 poids du cerveau 1 380 g
 % du poids corporel 2%

Multimédia - SAPIENZA LE CERVEAU DES PRIMATES





UN GÈNE DE L'INTELLIGENCE ?

À ce jour, il existerait plus d'une centaine de gènes associés à différentes fonctions liées à l'intelligence. Actifs à différentes périodes de la croissance, ils sont le siège d'une multitude de facultés. Par exemple, dans la lignée humaine, le gène FoxP2 est impliqué dans l'acquisition du langage, qui permet d'accéder à l'écriture, au calcul, à la technique, à une formalisation de son imaginaire...

Jeu – GENIUS AU CŒUR DE NOTRE CERVEAU

Que se passe-t-il dans notre cerveau quand nous faisons un puzzle de cerveau ?

S'installer, se décider, se concentrer, se tenir à la tâche, persévérer :
les zones de la prise de décision (préfrontal), du contrôle de l'attention (moteur), du contrôle du corps (cervelet).



Placer les pièces, contrôler les mouvements :
les zones du contrôle des gestes (moteur), de l'analyse spatiale et du séquençage du mouvement (pariétal), de la vue (occipital), de la coordination du corps (cervelet).



Voir et analyser les pièces du puzzle, définir une stratégie :
les zones de la planification de l'action et de la vérification (préfrontal), de l'analyse spatiale (pariétal), de la vue (occipital).



Comprendre l'action, avoir envie de la refaire :
les zones de la motivation (préfrontal) et de la mémoire (temporal).



SAPIENS, UN CERVEAU SPÉCIAL ?

Le cerveau humain ressemble à celui des autres espèces de la lignée des hominidés. Pourtant, ses fonctions cognitives sont hors du commun.

Parmi les espèces animales, Sapiens porte-t-il bien son nom : *celui qui sait* ? Il domine maintenant la planète et possède les connaissances pour accomplir des réalisations culturelles, scientifiques et techniques incomparables. Plusieurs hypothèses sont émises pour expliquer cette prédisposition : un saut dans l'évolution du patrimoine génétique, une complexité des structures neuronales inégalée, une vie sociale diversifiée. Le caractère unique de l'intelligence de l'Homme moderne reste un mystère dont il n'a pas lui-même toutes les clés.

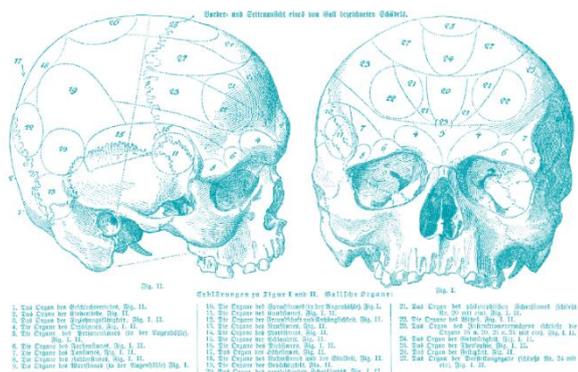
Un record de complexité

Le cerveau humain est une structure complexe sur plusieurs plans. Quelques données suffisent à le démontrer. Le nombre total de cellules nerveuses qu'il contient est de l'ordre de 100 milliards, alors que, par comparaison, le cœur n'en possède que 40 000. Ces neurones, qui se forment tout au long de la vie, se répartissent en quelques centaines de catégories. Chacun d'eux peut établir jusqu'à 10 000 contacts avec d'autres neurones, ce qui donne lieu à un gigantesque réseau de connexions.

Installation - CRANOMANIA NE PRENEZ PAS LA GROSSE TÊTE



La phrénologie est l'art de reconnaître les traits de caractère et les aptitudes intellectuelles d'après les bosses et la grosseur du crâne.



Crâne humain, illustration anatomique de Franz Joseph Gall.

Au milieu du 19^e siècle, le médecin allemand Franz Joseph Gall développe la théorie selon laquelle les facultés intellectuelles et morales humaines peuvent se prédire en examinant les dimensions et les formes du crâne. Cette technique - qui a permis de prétendre que les hommes étaient plus intelligents que les femmes parce qu'ils avaient une plus grosse tête ! - a vite été rejetée, mais elle a ouvert un vaste champ de recherches sur les liens entre les capacités cognitives et les structures neurologiques.

L'INVENTION DU QI, UNE BONNE INTENTION

En 1905, l'idée de mesurer l'intelligence est apparue pour venir en aide aux enfants en difficulté d'apprentissage.

Au début du 20^e siècle, le psychologue Alfred Binet et le médecin Théodore Simon proposent une méthode permettant de quantifier l'intelligence. Celle-ci est destinée à repérer les élèves présentant des faiblesses intellectuelles. En se basant sur les capacités des enfants en fonction de leur âge, ces deux chercheurs définissent des « âges mentaux ». Le but de ces tests est alors d'aider les professeurs à mettre en place des pédagogies spécialisées.

LES TESTS DE QI, UN OUTIL DE DISCRIMINATION ?

Sous le couvert d'une mesure objective de l'intelligence, le quotient intellectuel a été utilisé pour discriminer certaines catégories de population.

Mesurer les performances cognitives intéresse rapidement le monde de l'économie et de la politique. En introduisant ces méthodes dans les recrutements, les entreprises espèrent repérer les « bons » cerveaux. Aux États-Unis, par exemple, le QI a été utilisé dans les procédures de sélection des immigrants. La *Bell Curve*, publiée en 1994 par Herrnstein et Murray, comparant appartenance ethnique et QI, a participé à la discrimination de certaines populations.

CRITIQUES DU QI, UNE MESURE OBJECTIVE ?

La méthode du QI fait débat parmi les scientifiques, et l'intelligence a du mal à se traduire en chiffres et en statistiques.

Dans le monde académique, ces tests font l'objet de critiques. Ces dernières portent sur les méthodes utilisées pour traiter les données et sur l'environnement dans lequel le test est passé. Les épreuves, pensées dans un contexte culturel occidental, ne peuvent pas prétendre à l'universel. En réalité, le quotient intellectuel évalue certaines performances cognitives, à un moment donné, et ne tient pas compte des différentes formes d'intelligence, comme l'intelligence émotionnelle.

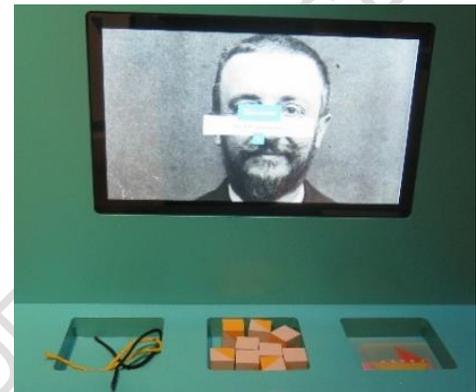


L'EFFET FLYNN, UNE MESURE CULTURELLE ?

Que mesure un test de QI : l'intelligence de la personne testée ou bien le degré de conformité avec son environnement culturel ?

À la fin des années 1970, le politologue James Flynn constate que les quotients intellectuels mesurés dans les pays occidentaux sont de plus en plus élevés au fil des années. Faut-il en conclure que les gens deviennent de plus en plus intelligents ? Il s'agit plutôt de l'influence de facteurs culturels, comme la scolarité ou le milieu familial. Cette tendance statistique, « l'effet Flynn », se serait d'ailleurs inversée dans les dernières décennies...

Multimédia - GENIMATON
ALFRED B. PASSE LE TEST



INNÉ OU ACQUIS ?

L'inné, c'est ce qu'un individu hérite de ses parents à la naissance. L'acquis, c'est ce qu'il apprend tout au long de sa vie.

L'intelligence est-elle héréditaire ? Nait-on intelligent ou le devient-on ? Depuis l'Antiquité, ce débat entre inné et acquis oppose philosophes et scientifiques. Est-il d'ailleurs possible de délimiter précisément la part qui revient à chacun ?

Rendez-vous dans l'exposition Incroyable Cerveau pour en savoir plus !

INNÉ, TOUT EST JOUÉ D'AVANCE

Pour les partisans de l'intelligence innée, celle-ci est une faculté donnée à la naissance : on naît intelligent... ou pas.

Dans ce modèle, le bagage génétique se traduit par des performances dans les tests de quotient intellectuel, alors que les facteurs environnementaux ont une influence négligeable, voire nulle.

Poussée à l'extrême, cette thèse alimente ceux qui militent pour diminuer la fertilité des populations dites « inférieures ». Aujourd'hui, cependant, nombreuses sont les recherches sur les gènes impliqués dans la mémoire et les apprentissages acquis.

ACQUIS, TOUT S'APPREND

Pour les adeptes de l'acquis, tout individu est potentiellement intelligent : l'environnement peut favoriser l'expression de ses capacités.

Dans ce modèle, les facteurs génétiques sont mis au second plan. L'accent est porté sur l'apprentissage et sur le rôle de l'école ou de la famille, qui permettent de valoriser toutes les facettes disponibles de l'intelligence. Cette école de pensée a connu aussi ses dérives : dans les années 1930, l'agronome Trofim Lyssenko a amorcé l'emprisonnement des généticiens russes qui représentaient une menace pour le modèle « socialiste ».

**Film - LA LIGNE DE PARTAGE
ENTRE INNÉ ET ACQUIS**
(Durée 5min)



PLUS D'UNE : LES INTELLIGENCES MULTIPLES

Pour Howard Gardner, il n'y a pas qu'une forme d'intelligence, il y en a plusieurs. Son approche a inspiré de nouvelles pédagogies.

Howard Gardner est un professeur, psychologue, neurologue et philosophe américain. En proposant la théorie des intelligences multiples, en 1983, il a contribué à abandonner la notion d'intelligence unique. Cette théorie a donné lieu à de nombreuses controverses dans le monde de la psychologie, de l'éducation et de la politique, liées au manque de données expérimentales recueillies. Mais elle a aussi inspiré de nouvelles méthodes d'éducation à travers le monde.

Les huit modèles d'intelligence d'Howard Gardner

Linguistique : utiliser et comprendre les mots et les nuances de sens.

Logico-mathématique : résoudre des problèmes logiques ou mathématiques.

Spatiale : trouver son chemin, établir des relations entre les objets dans l'espace.

Corporelle : contrôler les mouvements de son corps, exprimer un sentiment.

Intrapersonnelle : se former une représentation de soi, l'utiliser dans la vie.

Interpersonnelle : comprendre les autres, communiquer avec eux.

Musicale : percevoir, créer et reconnaître des modèles musicaux.

Naturaliste : être sensible à ce qui est vivant, comprendre l'environnement.

Jeu – EMPATHIA L'ÉCOUTE DE L'AUTRE



HORS NORME, LES INTELLIGENCES DIFFÉRENTES

Être intelligent différemment, en marge des modèles de réussite intellectuelle, peut s'accompagner de difficultés d'insertion sociale.

Certaines intelligences, comme dans le cas de l'autisme, ont longtemps été associées à des déficiences intellectuelles. Des recherches et des témoignages montrent qu'il existe des manières différentes et singulières d'aborder le savoir et les connaissances.

Comprendre ces mécanismes permet d'élaborer des méthodes d'intervention distinctes et des outils adaptés à ces intelligences atypiques. Leur reconnaissance peut contribuer à leur valorisation et faire évoluer notre façon de vivre ensemble.



Des intelligences atypiques

TSA (trouble du spectre de l'autisme) : caractérisé par une difficulté de réciprocité émotionnelle. Peuvent y être associés un intérêt accentué pour des sujets précis, un fonctionnement intellectuel de haut niveau, des troubles de l'humeur...

TDAH (trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité) : caractérisé par trois types de symptômes se manifestant seuls ou combinés, comme des difficultés de concentration, de l'hyperactivité et des problèmes de gestion de l'impulsivité.

HPI (haut potentiel intellectuel) ou douance au Québec : défini par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) par un $QI \geq 130$. S'accompagne souvent d'une réactivité particulière, d'un vécu de décalage avec les autres, pouvant entraîner de l'anxiété, des comportements inappropriés et des troubles du sommeil.

INTELLIMONDE, L'INTELLIGENCE CULTURELLE

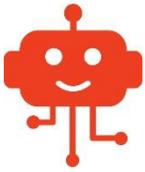
La capacité à transmettre des savoir-faire au sein d'un groupe facilite le maintien des traits culturels au fil des générations.

Les formes de l'intelligence humaine sont étonnamment diversifiées et contrastées. Elles sont fortement marquées par la culture des peuples et des civilisations. Elles ont une histoire très ancienne. Par exemple, les peuples autochtones du Nord canadien ont inventé la méthode de construction des kayaks ou des igloos.

Chacun hérite de cette longue histoire, à travers le langage, les techniques, les arts et les sciences. Cette forme de savoir collectif s'appelle l'intelligence cumulative ou culturelle.

Multimédia – INTELLIMONDE L'INTELLIGENCE DES PEUPLES





INTELLIGENCES ARTIFICIELLES

L'humain rêve depuis longtemps de machines pensantes. Aujourd'hui, les intelligences artificielles (IA) rivalisent avec l'intelligence humaine.

Dans le domaine des IA, les chercheurs s'inspirent des neurosciences pour imaginer et créer des réseaux de neurones artificiels capables d'apprendre, de reconnaître, de dialoguer, de s'orienter et de décider.

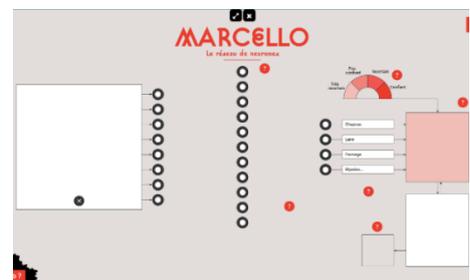
Avec l'apprentissage profond, les machines défient les humains. L'intelligence artificielle se répand dans la société, apportant son assortiment de services utiles, mais aussi son lot d'inquiétudes...

MARCELLO, ENTRAÎNER UN ALGORITHME

Les algorithmes d'intelligence artificielle ont besoin d'être entraînés pour être performants. Ils apprennent ! Mais le font-ils comme nous ?

L'apprentissage machine (*machine learning*) peut se décomposer en plusieurs séquences. Lors de la phase d'entraînement, l'opérateur humain fournit à l'algorithme « apprenant » des objets ou des situations connus, en les rangeant dans des catégories prédéfinies. Ensuite, l'algorithme fait face à une situation non étiquetée, et il doit la classer dans la bonne catégorie. L'apprentissage machine est alors dit supervisé.

Multimédia – MARCELLO APPRENEZ À UN RESEAU DE NEURONES À RECONNAITRE DES IMAGES



PIXELLIA, DANS LA TÊTE D'UNE IA

Pour reconnaître ce qui figure sur une image, l'intelligence artificielle la décompose en petits carrés, comme dans un puzzle.

Par exemple, pour distinguer la représentation d'un chien de celle d'un chat, l'IA découpe l'image qu'on lui soumet en petits carrés distincts, appelés *pixels*. Elle examine ensuite chacun d'eux et lui attribue un poids, c'est-à-dire la probabilité d'être plutôt « chat » ou plutôt « chien ». L'intelligence artificielle fait plusieurs passages, en diminuant à chaque étape la taille des pixels. À la fin de son apprentissage, elle est capable de dire si l'image proposée est celle d'un chat ou d'un chien.

Jeu – PIXELLIA DANS LA TÊTE D'UNE IA



Multimédia - UN CHERCHEUR RÉPOND À VOS QUESTIONS : KEVIN BOUCHARD



Kévin Bouchard, professeur en informatique et mathématiques, expérimente des environnements domestiques intelligents pour personnes semi-autonomes.

Membre du Laboratoire d'Intelligence Ambiante d'Activités (LIARA), il travaille à l'Université du Québec à Chicoutimi.

TROP FORTES LES IA ! L'HUMAIN DÉTRÔNÉ

Les informaticiens se sont toujours demandés si un programme pouvait se mesurer à l'humain dans un défi intellectuel. Aujourd'hui, c'est chose faite.

Les machines, de plus en plus performantes, apprennent très vite. Plusieurs défis ont connu un grand retentissement.

1997 : le superordinateur Deep Blue bat le russe Garry Kasparov, champion du monde aux échecs.

2011 : l'ordinateur Watson remporte une séance du jeu télévisé *Jeopardy* face à deux champions américains.

2016 : le logiciel *AlphaGo* bat le coréen Lee Sedol, un des meilleurs joueurs mondiaux du jeu de *Go*.

2017 : l'algorithme *AlphaGo Zéro* surpasse tous les champions (humains et IA) au jeu de *Go*, aux échecs et au jeu japonais *Shogi*.

Le vocabulaire de l'apprentissage

Neurone artificiel : calcul ou opération logique, entre une « entrée » et une « sortie ».

Réseau de neurones : ensemble de neurones artificiels interconnectés.

Algorithme : suite d'opérations mathématiques qui mènent à un résultat.

Apprentissage automatique : la machine apprend par intégration d'un grand nombre de données.

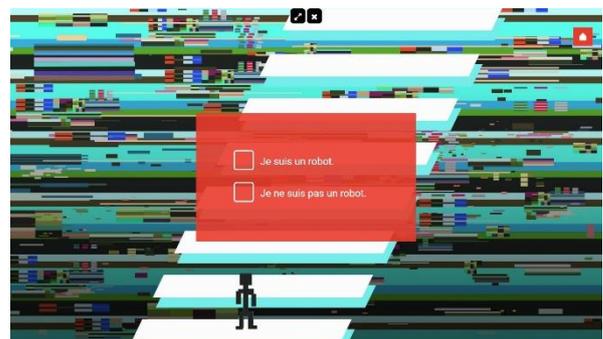
Apprentissage profond : la machine apprend en autonomie, à l'instar du fonctionnement du cerveau humain.

CAPTCHA, JE NE SUIS PAS UN ROBOT

Les captchas sont des logiciels fonctionnant en ligne, qui permettent de repérer et d'exclure des robots de certaines adresses internet.

Les captchas proposent des tests afin de différencier de manière automatisée un humain d'un ordinateur. En contrôlant l'accès aux services web, ils ont pour objectif d'empêcher que des robots ajoutent des sites aux moteurs de recherche des utilisateurs. Ce contrôle améliore la performance d'internet en limitant le nombre de formulaires à traiter qui s'ajoutent alors à ceux soumis par de vraies personnes, des hommes et des femmes en chair et en os.

Multimédia – CAPTCHA
VOUS ÊTES UN ROBOT ?



LE TEST DE TURING, LE JEU DE L'IMITATION

En 1950, Alan Turing imagine un jeu d'imitation dont l'objectif est de tester la capacité d'une machine à se faire passer pour un être humain.

Le test de Turing repose sur l'intelligence artificielle. Il propose un dispositif pour démontrer qu'une machine est capable d'imiter la conversation humaine. Turing pariait sur le fait que d'ici cinquante ans, il n'y aurait plus moyen de distinguer les réponses données par un homme ou un ordinateur. Aujourd'hui, nous sommes entourés d'IA qui nous parlent, nous informent, prennent soin de nous... Elles imitent les humains et passent le test de Turing haut la main !

Qui était Alan Turing ?

Alan Turing (1912-1954) est un mathématicien anglais qui a ouvert de nombreuses voies à l'informatique. Dès 1936, il a conçu un outil programmable capable de réaliser tous les calculs imaginables. Il a travaillé sur les prototypes d'ordinateurs qui, à partir de 1945, ont accru leurs performances et leurs capacités de mémoire. Turing était persuadé que les années 2000 seraient le début du règne des machines pouvant apprendre et confondre l'intelligence humaine. Il voyait juste !

À LA TRACE, NOUS SAVONS TOUT DE VOUS

Les enjeux de productivité et de contrôle liés à l'intelligence artificielle suscitent des préoccupations concernant la protection de la vie privée.

Les conversations, les déplacements, les recherches sur internet... tout est enregistré dans d'immenses bases de données individuelles ou collectives. Ces dernières peuvent être utilisées à des fins statistiques ou de surveillance, sans contrôle ni autorisation. Jumelés à la puissance de diffusion des réseaux sociaux, ces dispositifs augmentent considérablement les performances des IA et posent la question de leur influence sur toute une population.

Multimédia – TRACKING BIENVENUE À INTELLIGENT CITY



BD sur table - LE VARIANT UNE HISTOIRE D'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE





espace
des sciences



Association loi 1901, créée en 1984 à Rennes, l'Espace des sciences est un centre régional de culture scientifique, technique et industrielle qui est labellisé « Science et Culture, Innovation ». Elle bénéficie du soutien du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, du ministère de l'Éducation Nationale, de Rennes Métropole, du Conseil Régional de Bretagne, du Conseil général d'Ille-et-Vilaine, du Conseil général du Finistère, du Conseil général des Côtes-d'Armor, de la Ville de Morlaix, de la Délégation régionale du CNRS, de la Fédération bretonne du Crédit Agricole et des fonds européens.

Espace des sciences

Les Champs Libres - 10, cours des Alliés - 35000 Rennes

RENSEIGNEMENTS

→ 02 23 40 66 40

RÉSERVATIONS

→ 02 23 40 66 00

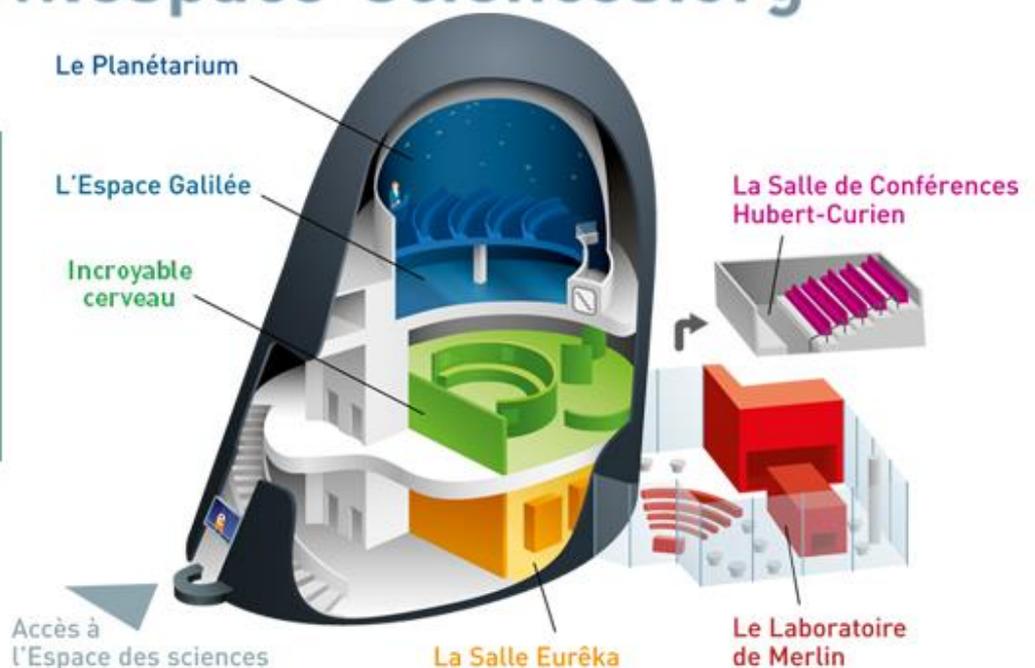
www.espace-sciences.org

L'Espace des sciences
attire chaque année

200 000

visiteurs

grâce à ses différentes
activités



Le contenu de ce document est protégé par le droit d'auteur.
Toute utilisation non strictement personnelle ne peut être faite
sans l'accord de l'Espace des sciences.

Les copies ou reproductions sont strictement réservées à l'usage
privé du copiste et non destinées à une utilisation collective.

Les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et
d'illustration sont autorisées avec référence à la source du document.