

# EXPOSITION

## Robots, drones et objets télécommandés



# L'HUMAIN ASSISTÉ



De tout temps, l'Homme a tenté de concevoir des machines capables de présenter des capacités ressemblant au vivant. Dès l'Antiquité, on signale plusieurs automates, dont le pigeon volant d'Archytas de Tarente ou les fameuses scènes théâtrales animées de Héron d'Alexandrie.

De la santé à l'éducation, de l'usine à la domotique, de la protection civile à la défense, les machines accomplissent un nombre de tâches croissant.

Elles prennent pour ce faire les formes les plus diverses et reproduisent parfois la forme humaine.

On les appelait autrefois automates, aujourd'hui robots, cobots, drones.

Que sont-ils ?



# EXPOSITION

## Robots, drones et objets télécommandés



# DE VAUCANSON À L'AUTOMATE PROGRAMMABLE

Au XVI<sup>ème</sup> siècle, Léonard de Vinci construisit le premier androïde capable de coordonner les mouvements de ses bras, de ses jambes et même de ses mâchoires.



Au XVIII<sup>ème</sup> siècle, l'âge d'or des automates, Jacques de Vaucanson réalise un canard qui pouvait boire, se nourrir, caqueter, s'ébrouer dans l'eau, digérer sa nourriture et même... déféquer, éblouissant par sa complexité les spectateurs de l'époque.

Il perfectionne les métiers à tisser dont Jean-Marie Jacquard s'inspirera pour créer ses célèbres métiers. Ces derniers, comme les mécanismes créés pour utiliser l'énergie des cours d'eau (martinet hydraulique de l'abbaye de Fontenay, XIII<sup>ème</sup> siècle), permettent d'alléger l'effort humain, d'augmenter les cadences et donnent lieu à des effets surprenants, utilisés dans les foires pour distraire.

L'orgue de barbarie, qui peut  
jouer une infinité de mélodies,  
est peut-être le premier  
automate programmable.

*Le hardi Vaucanson, rival de Prométhée,  
Semblait, de la nature imitant les ressorts  
Prendre le feu des cieus pour animer les corps.*  
Voltaire



## EXPOSITION

# Robots, drones et objets télécommandés



# L'AUTOMATE PROGRAMMABLE (1/2)



Les automates programmables industriels (API) sont apparus aux États-Unis vers 1969 où ils répondaient aux désirs des industries de l'automobile de développer des chaînes de

fabrication automatisées qui pourraient suivre l'évolution des techniques et des modèles fabriqués.

Ils agissent selon une séquence linéaire d'instructions, constituant un PROGRAMME. Leur cadre d'action est très délimité. Ils ne disposent d'aucune latitude d'adaptation à des situations variées.

Pour changer l'action, il faut introduire un autre programme et régler à nouveau l'environnement mécanique.

Très courant dans l'industrie (agroalimentaire, emballage, embouteillage, soudure...) ils sont des composants familiers des chaînes d'assemblage. Ce ne sont pas de vrais robots au sens où nous l'entendons maintenant.

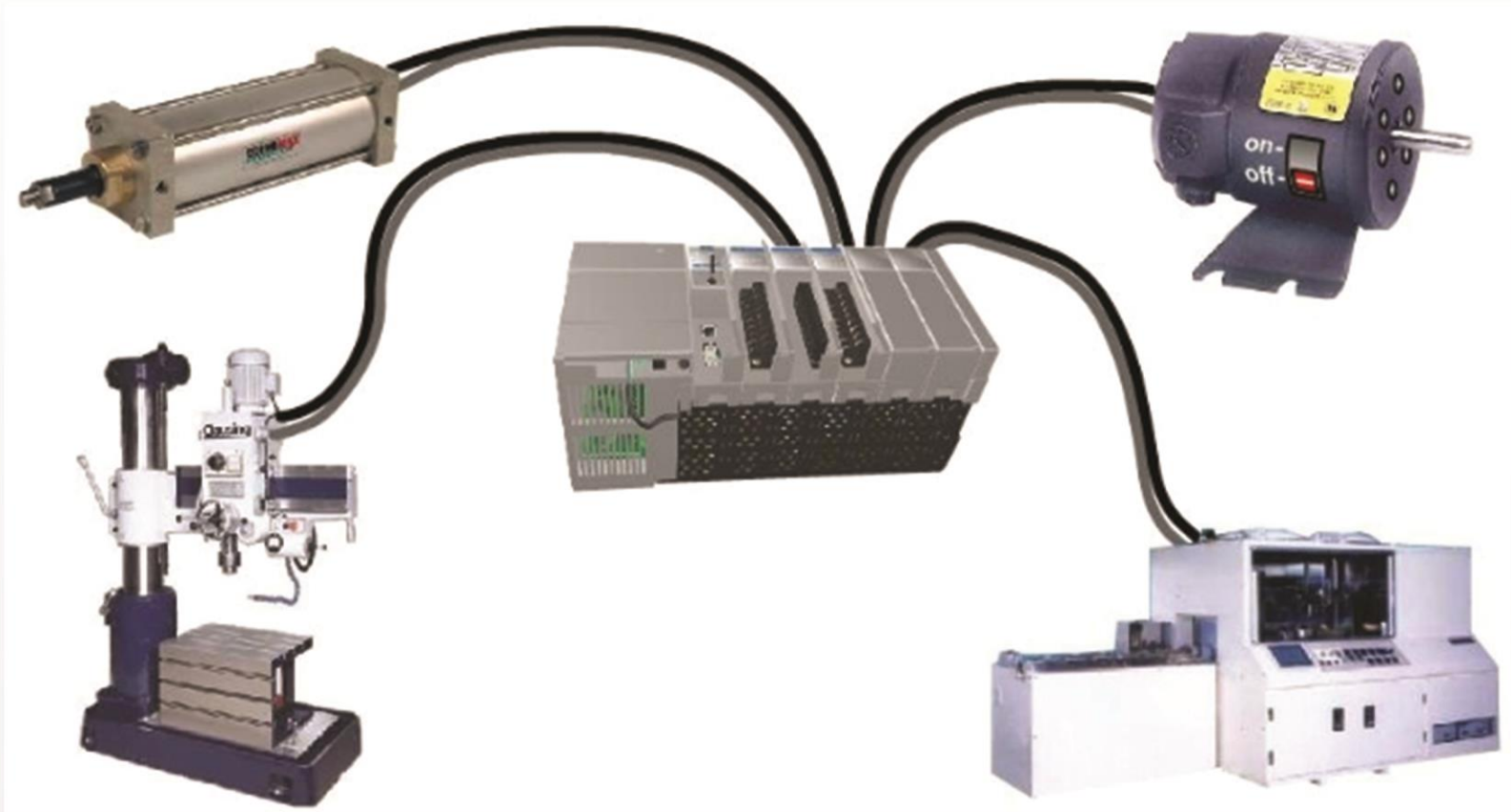
Les machines « à commande numérique » pour l'usinage, le soudage et certains travaux sur les tubes, les tôles, etc... sont des cas évolués d'automates programmables. La préparation du travail comporte la fourniture à la machine de la matière brute à travailler, la mise à disposition d'outils pré-réglés dans son « magasin » et un programme.

# EXPOSITION

Robots, drones et  
objets télécommandés



## L'AUTOMATE PROGRAMMABLE (2/2)



Un groupe de machines à commande numérique peut être organisé en une « cellule flexible » : un chemin de palettes approvisionne les machines en « pièces brutes », un circuit « outils » alimente le magasin de chaque machine, un centre de programmation communique aux machines les programmes dont elles ont besoin. La machine peut ainsi, dans une certaine mesure, « s'adapter » aux pièces brutes qu'elle reçoit et qu'elle est capable de reconnaître.

On conçoit ainsi une usine sans personnel dans le lieu de fabrication. Le personnel est dans le centre de programmation, au réglage des outils et à la logistique.

Un scénario de programmation courant est l'AUTO-APPRENTISSAGE : l'opérateur exécute manuellement les opérations et la machine les enregistre pour les exécuter ensuite.

# EXPOSITION

## Robots, drones et objets télécommandés



Louv'Science



# ROBOTS



Les robots sont des systèmes munis de capteurs capables d'agir de façon autonome et pas seulement selon un programme préétabli. Ces dispositifs dits « intelligents » peuvent recueillir des informations extraites de leur environnement dont le traitement va influencer leur fonctionnement.

La robotique fut impulsée pour l'intervention en milieu hostile (nucléaire, années 50) et s'est déployée au travers de la robotique dite industrielle ou manufacturière et aujourd'hui, pour les activités de service.

Certaines avancées scientifiques, comme dans le domaine des neurosciences, apportent de nouveaux champs d'application avec une préoccupation plus forte pour l'amélioration des capacités d'apprentissages et d'intelligence des robots actuels.

L'objectif est d'intégrer plus facilement ces nouvelles machines dans des environnements complexes en totale interaction avec l'homme pour tenter de répondre à des enjeux sociétaux majeurs.

# EXPOSITION

## Robots, drones et objets télécommandés



# TÉLÉMANIPULATEUR

Le TÉLÉMANIPULATEUR reproduit à distance les gestes et les actions de l'opérateur. Il les exécute en général dans un milieu inaccessible, hostile et dangereux.

Les exemples typiques sont l'action en milieu radioactif et certaines opérations chirurgicales.

L'aspect programmation disparaît ou est réduit à des fonctions annexes.

Sont importants les capteurs et les actuateurs.

## MAESTRO : un système téléopéré complet au service du démantèlement

Le site Internet du CEAList : <http://www.wlist.cea.fr/>



*Bras esclave au sein d'une cellule en cours de démantèlement.*



*Opérateur aux commandes du bras maître.*

## EXPOSITION

Robots, drones et  
objets télécommandés



# ROBOTIQUE COLLABORATIVE : LE COBOT

Le COBOT accompagne l'opérateur, l'assiste et donne de la puissance et de la précision à ses mouvements et ses actions. Il le protège contre un environnement hostile ou dangereux.

L'exemple typique est l'EXOSQUELETTE qui assiste un opérateur exposé à de lourdes charges.

Comme pour le télémanipulateur, c'est l'opérateur qui prend les décisions, la programmation n'intervenant que ponctuellement pour gérer les capteurs et les actuateurs.



*Assistance au geste manuel.*

*Le site Internet du CEAList : <http://www.list.cea.fr>*

# EXPOSITION

## Robots, drones et objets télécommandés



# DRONES ET MOBILES AUTONOMES SANS PILOTE

Dans le monde anglo-saxon, le vocable drone\* désigne généralement un aéronef sans pilote, le plus souvent télécommandé.

La notion de mobile autonome sans pilote désigne tout véhicule ou robot aérien, terrestre, de surface ou sous marin, doté d'autonomie. Par extension, l'usage est souvent de rassembler cet ensemble sous le vocable drone.

La classification américaine des mobiles autonomes sans pilote retient les acronymes :

- > UAV/UAS (Unmanned Aerial Vehicle/Unmanned Aircraft System), pour les mobiles aériens.
- > USV/USS (Unmanned Surface Vehicle/Unmanned Surface System), pour les mobiles de surface.
- > UUV/UUS (Unmanned Underwater Vehicle/Unmanned Underwater System), pour les mobile sous marins.
- > UGV/UGS (Unmanned Global Vehicle/Unmanned Global System), pour les mobiles terrestres.

\* En anglais, drone désigne le faux bourdon.

Drone Fox-C8 XT en vol. d'après ZullyC3P

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/35/Onyxstar\\_Fox-C8\\_XT\\_xender\\_360.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/35/Onyxstar_Fox-C8_XT_xender_360.jpg)





# EXPOSITION

## Robots, drones et objets télécommandés



# LES APPLICATIONS MILITAIRES

Caractéristiques de différents types de drones militaires, d'après Philippe Cazin :

Drones	Envergure m	Masse	Rayon d'action km	vitesse km/h	Hauteur du vol m	Endurance	Charge utile
Miniatures	<0,5	10 - 50 g	0,01 - 0,1	<10	<100	dizaine de mn	Capteur optique
A court rayon d'action	0,5 - 2	quelques kg	<20	<30	<200	30 - 90 mn	Capteurs optroniques (visible et infrarouge)
Tactiques	<10	<1 t	30 - 500	160 - 700**	200 - 5 000	2 - 12 h	Capteurs optronique Radars***
MALE*	oct-20	1,5 - 5 t	500 - 1 500	180 - 450**	<15 000	12 - 36 h	Capteurs optroniques Radars liaison satellitaire armement éventuel
HALE*	<40	~15 t	10 000	600 - 700	<20 000	24 - 48	Capteurs optroniques Radars liaison satellitaire
Combat	20	20 t	3 000 - 4 000	Mach 0,8 - 0,9	12 000	quelques heures	Capteurs optroniques Radars armement (bombes, missiles) en soute

\*MALE : moyenne altitude, longue endurance; HALE : haute altitude, longue endurance.

\*\*du moteur à piston (vitesse faible), au turboréacteur (vitesse élevée).

\*\*\*Radar à synthèse d'ouverture, permettant une meilleure résolution azimuthale.

« nEURON », démonstrateur de Drone de combat furtif de Dassault Aviation

Vitesse 980 km/h, Masse 4,9 t, Envergure 12 m

<http://www.dassault-aviation.com/fr/dassault-aviation/presse/press-kits/neuron-succes-campagne-dessais-en-france/>



# EXPOSITION

## Robots, drones et objets télécommandés



# LES APPLICATIONS CIVILES (1/2)

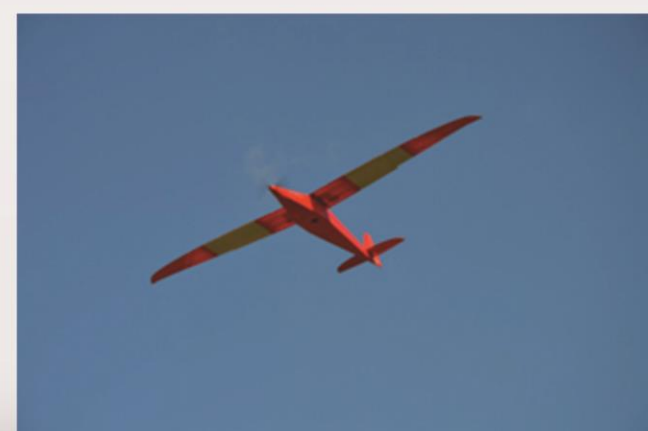
Les applications civiles des drones aériens sont récentes. Pour des contraintes réglementaires et de coût, les drones civils sont de petite taille. Selon la FPDC\*, en 2013, 76% sont à voilure tournante (multiroteurs), 20% à voilure fixe (type avion), 4% sont des ballons ou dirigeables.

Les utilisations civiles sont principalement :

- > Audiovisuelles et usage médiatique (documentaires, sport,...).
- > Surveillance de réseaux (voies ferrées, oléoducs, gazoducs, réseaux électriques...).
- > Agricoles et environnementales (diagnostics, départ de feux, ensemencements, contrôles d'épandage...).
- > Diagnostics de bâtiments et d'ouvrages d'art.
- > Cartographie.

Légers, souples, faciles à mettre en œuvre, les drones peuvent offrir des performances et une qualité supérieure à celles qui sont obtenues avec les moyens actuels (hélicoptères, avions légers, satellites). Ils peuvent aider à produire plus et mieux, et parfois moins cher.

\* FPDC : Fédération Professionnelle du Drone Civil.  
<http://www.azurdrones.com/tp-drones-outil-de-la-maitrise-doeuvre/>



# EXPOSITION

## Robots, drones et objets télécommandés



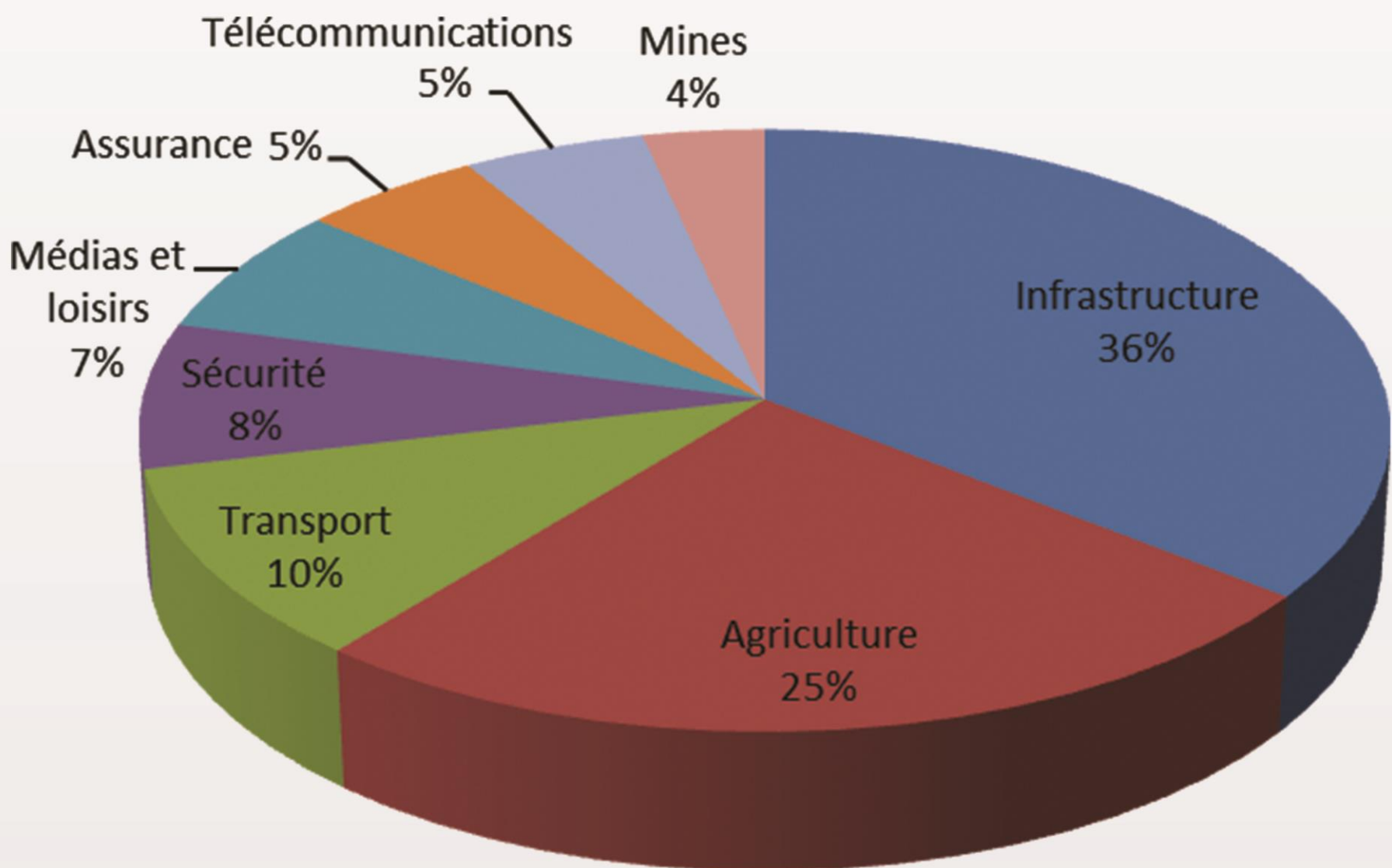
Louv'Science



# LES APPLICATIONS CIVILES (2/2)

Le marché des applications civiles des drones aériens est dominé par la surveillance des infrastructures (41 Md €), devant l'agriculture (29 Md €).

En 2015, le marché des drones civils représentait 114 Md €.



D'après JDN Statista dans le Journal du Net.

<http://www.journaldunet.com/economie/industrie/1184457-l-utilisation-commerciale-des-drones-un-marche-a-114-milliards-de-dollars-statista/>

# EXPOSITION

## Robots, drones et objets télécommandés



# L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE (1/4)

L'objectif de rendre les machines intelligentes a mené Alan Turing à définir en 1950 une méthode afin de tester la présence de conscience ou d'une intelligence au sein d'une machine. C'est le test de Turing :

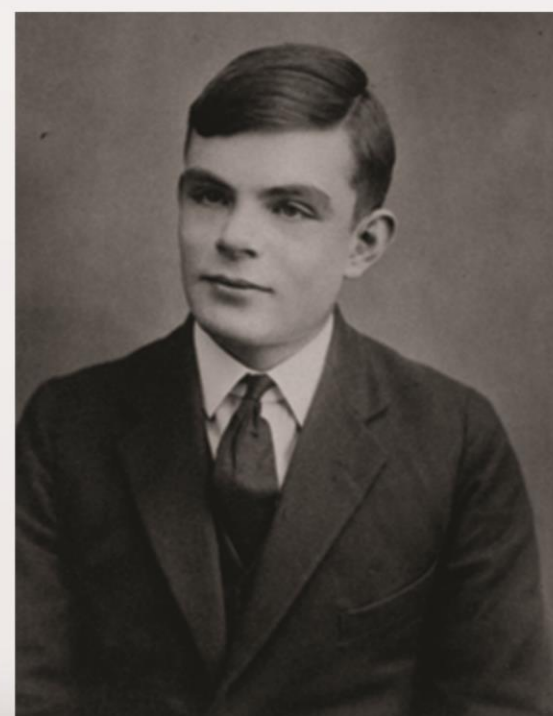
I PROPOSE TO CONSIDER THE QUESTION, 'CAN MACHINES THINK?' (\*).

Ce test consiste en une confrontation verbale en aveugle entre un humain et un ordinateur et un autre humain.

Si l'humain qui engage les conversations n'est pas capable de discerner lequel de ses interlocuteurs est un ordinateur, on peut considérer que le logiciel de l'ordinateur a passé avec succès le test. Cela sous-entend que l'ordinateur et l'homme essaieront d'avoir une apparence sémantique humaine.

Pour conserver la simplicité et l'universalité du test, la conversation est limitée à des messages textuels entre les protagonistes.

*Alan Turing à l'âge de 16 ans.*



\* "Computing Machinery and Intelligence." IN: *Mind*, Volume 59, Number 236, pp. 433-460.

# EXPOSITION

## Robots, drones et objets télécommandés



# L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE (2/4)



En 1956, J. Mc Carthy (Darmouth College), M.L. Minsky (Harvard), N. Rochester (I.B.M.), C.E. Shannon (Bell T. L.) obtiennent 7 500 \$ de la Fondation Rockefeller afin d'organiser à l'Université de Darmouth durant les deux mois d'été un « Atelier de travail sur les machines pensantes » :

- > Comment simuler la pensée et le langage au travers de règles formelles ?
- > Comment faire penser un réseau de neurones ?
- > Comment doter une machine de capacité d'apprentissage automatique ?
- > Comment doter une machine de créativité ?

McCarthy propose le terme d'intelligence artificielle pour désigner la nouvelle discipline qui va connaître son âge d'or durant les 15 années qui suivent.

*Histoire de l'intelligence artificielle Frédéric Fürst*  
[www.u-picardie.fr/~furst](http://www.u-picardie.fr/~furst)

# EXPOSITION

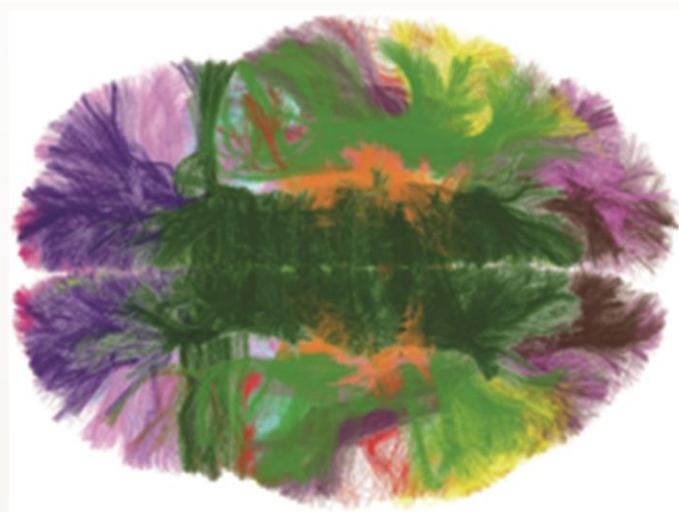
Robots, drones et  
objets télécommandés



Louv'Science



## L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE : LES LIMITES (3/4)



Le cerveau humain doté de 100 milliards de neurones communique à une vitesse faible, entre 6 et 10m/s, à travers 100 trillions de synapses. L'IA fonctionne grâce à un réseau complexe de transistors peu nombreux par rapport au nombre de neurones, même si la vitesse

de transfert est proche de la vitesse de la lumière. De plus, l'homme a des particularités qu'il est, de nos jours, difficile voir impossible à reproduire comme par exemple les sentiments.

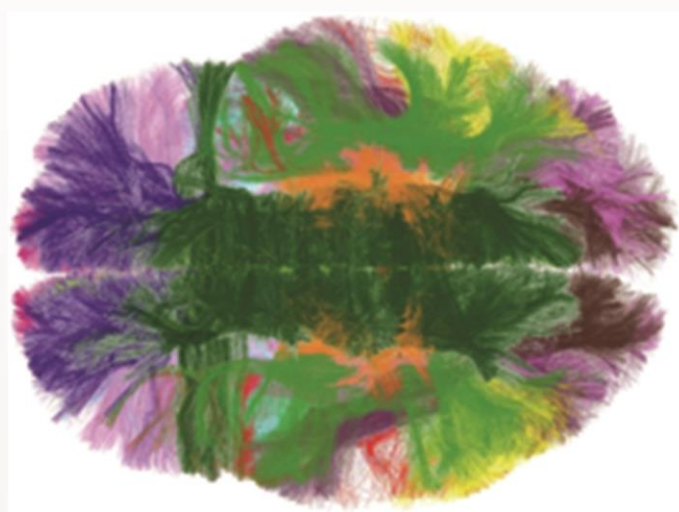
La base de données de l'IA est prédéfinie par l'homme. L'IA est dépendante du savoir de l'homme. L'IA n'est pas encore assez développée pour apprendre par elle même (ou presque) et se créer une base de donnée seule. Mais des programmes très performants approchent du but.

## EXPOSITION

Robots, drones et  
objets télécommandés



# L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE : HUMAN BRAIN PROJECT (4/4)



Le HBP a pour but de réunir toutes les connaissances actuelles sur le cerveau humain afin de le reconstituer, pièce par pièce, dans des modèles et des simulations informatiques. Ces modèles ouvriront de nouvelles perspectives dans le but de mieux comprendre le

cerveau et les maladies neurologiques. Il s'agira également de développer des technologies novatrices dans les domaines informatiques et robotiques. La Commission européenne a apporté son soutien à cette approche.

Fédérant plus de 80 Institutions de recherche européennes et internationales, le Human Brain Project est prévu pour durer 10 ans (2013-2023). Son coût est estimé à 1,19 milliard d'euros. Le projet associe également plusieurs partenaires importants d'Amérique du Nord et du Japon. Il est coordonné par l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL).

CEA, « Human Brain Project », *La lettre du Collège de France [En ligne]*, 36 | décembre 2013, mis en ligne le 03 février 2014, consulté le 01 septembre 2016.

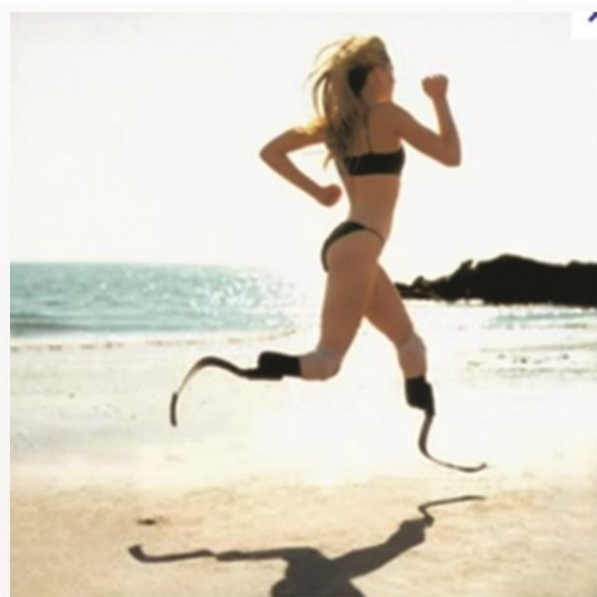
URL : <http://lettre-cdf.revues.org/1647>

## EXPOSITION

# Robots, drones et objets télécommandés



## DE L'HOMME ASSISTÉ À L'HOMME AUGMENTÉ (1/4)



Les prothèses étaient utilisées comme instruments curatifs. Elles venaient réparer une déficience (visuelle, auditive, mécanique, etc.) pathologique ou accidentelle (prothèse de la hanche, jambe de bois...). Aujourd'hui, elles se substituent à des organes déficients (stimulateurs cardiaques, cœurs et rétines artificielles)\*.

Certaines prothèses apportent des performances voisines voire supérieures à celles permises par les organes naturels. De telles performances sont connues et présentes dans les médias « people » :

- > Oscar Pistorius avec ses lames d'acier en lieu et place de pieds battait des records de course à pied.
- > Aimée Mullins, actrice et mannequin, avec sa douzaine de paires de jambes, en plus de performances sportives de très haut niveau, joue dans l'esthétique et le « glamour ».

\* Voir par exemple des progrès des rétines artificielles :

<http://www.institut-vision.org/f>

<http://www.inserm.fr/thematiques/neurosciences-sciences-cognitives-neurologie-psychiatrie/dossiers-d-information/retine-artificielle>

<http://chainraise.com>



# EXPOSITION

## Robots, drones et objets télécommandés



Louv'Science



# DE L'HOMME ASSISTÉ À L'HOMME AUGMENTÉ (2/4)



Certains objets autonomes, (robots, cobots, drones), par leurs capacités mécaniques, physiques, visuelles... apparaissent comme de super prothèses facilitant la vie de personnes, les assistant voire se substituant à elle, handicapées ou pas.

L'exosquelette n'a parfois plus rien de réparateur. Il permet d'augmenter les performances. Utilisé pour porter de lourdes charges (40 kg sur 20 km), il est opérationnel

aussi bien dans l'armée de terre que dans les travaux publics.

L'orthèse anthropomorphique est utilisée en rééducation fonctionnelle. Elle dispose d'actionneurs (vérins à câbles), à 7 axes de mouvements, dispose d'un contrôle d'effort, et sa capacité est comparable à l'homme.



CEA, <http://www-list.cea.fr>

## EXPOSITION

# Robots, drones et objets télécommandés

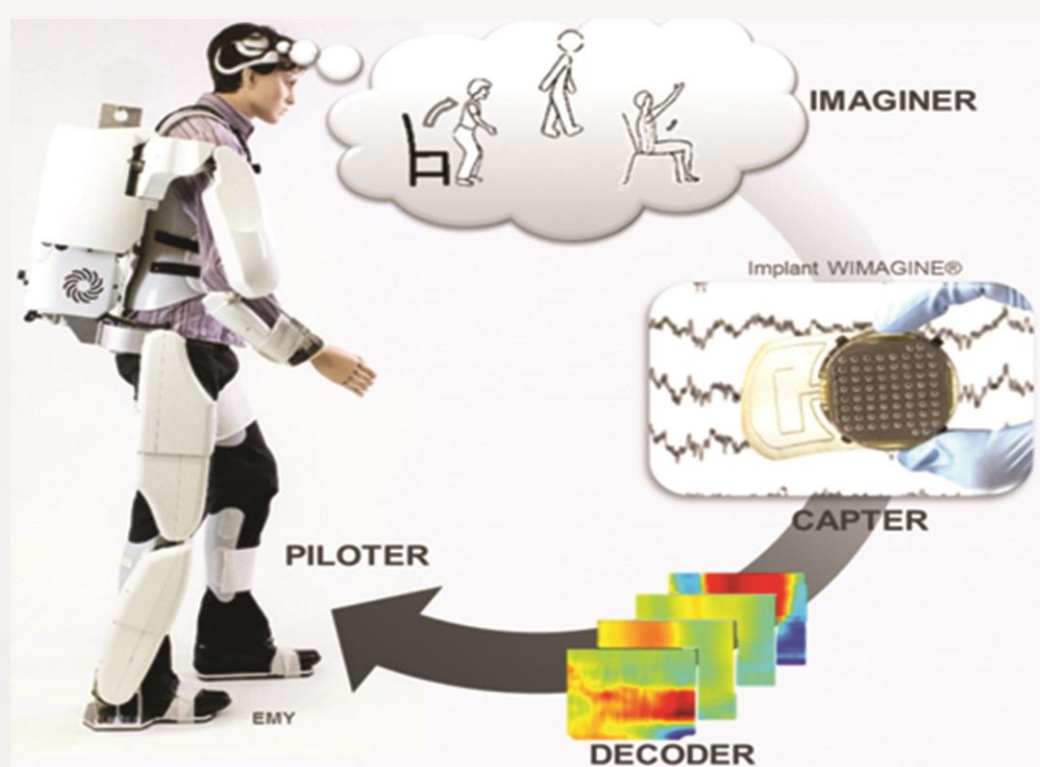


Louv'Science

LA FABRIQUE  
MJC LOUVECIENNES

# DE L'HOMME ASSISTÉ À L'HOMME AUGMENTÉ (3/4)

Des implants, insérés dans le corps, peuvent permettre à un individu de commander des actionneurs ou le rendre sensible à des signaux, rayonnements, couleurs, qui élargissent la palette de ses sens. Ces puces électroniques cérébrales sont capables de surveiller et contrôler différentes fonctions du corps humain, en agissant tant sur la motricité que sur les émotions et l'humeur. Ils permettent d'associer un ordinateur à nos réactions, décisions, actions sur l'environnement.



Le projet BCI (Brain Computer Interface) a pour objectif de permettre aux personnes souffrant d'un handicap moteur lourd de retrouver de la mobilité grâce à un système de compensation pilotant un exosquelette à partir de signaux corticaux captés à l'aide d'un implant.

*CLINATEC : Laboratoire commun Inserm, CEA, CHU Grenoble, Université de Grenoble Alpes.  
<http://www.clinatec.fr/recherche/nos-projets/le-projet-bci/>*

## EXPOSITION

# Robots, drones et objets télécommandés



# DE L'HOMME ASSISTÉ À L'HOMME AUGMENTÉ (4/4)



C'est dans cette perspective que s'emploie le mot d'origine anglaise cyborg, contraction de CYbernetic ORGanism. Hormis son emploi en science fiction, ce concept est apparu dans les réflexions sur la nécessité d'une relation intime entre l'humain et la machine à l'heure de l'exploration spatiale. Le cyborg est la fusion de l'être organique et de la machine.

## Entre mythe et réalité.

« Rendre une sensation de toucher à un sujet amputé appareillé », « dévier des nerfs pour améliorer la commande de prothèses robotiques », « fixer directement une prothèse de bras sur l'os » : autant d'innovations de laboratoires porteuses d'espoir pour les patients. Cela semble peu face au spectacle technologique qu'offre la science-fiction (films Robocop et Elysium, le jeu vidéo Deus-Ex), développant la confusion entre virtuel et réel : ces anticipations tendent à interférer avec la recherche et la perception de ses indéniables, mais patientes, innovations. Le sensationnalisme extrapole les résultats scientifiques et suscite des débats passionnés sur l'« homme augmenté » et le transhumanisme, alors que nous n'en sommes qu'à essayer de le « réparer ».

<https://lejournale.cnrs.fr/billets/le-mythe-de-lhumain-augmente> (N. Jarassé)  
<http://humanityplus.org/philosophy/transhumanist-faq/>