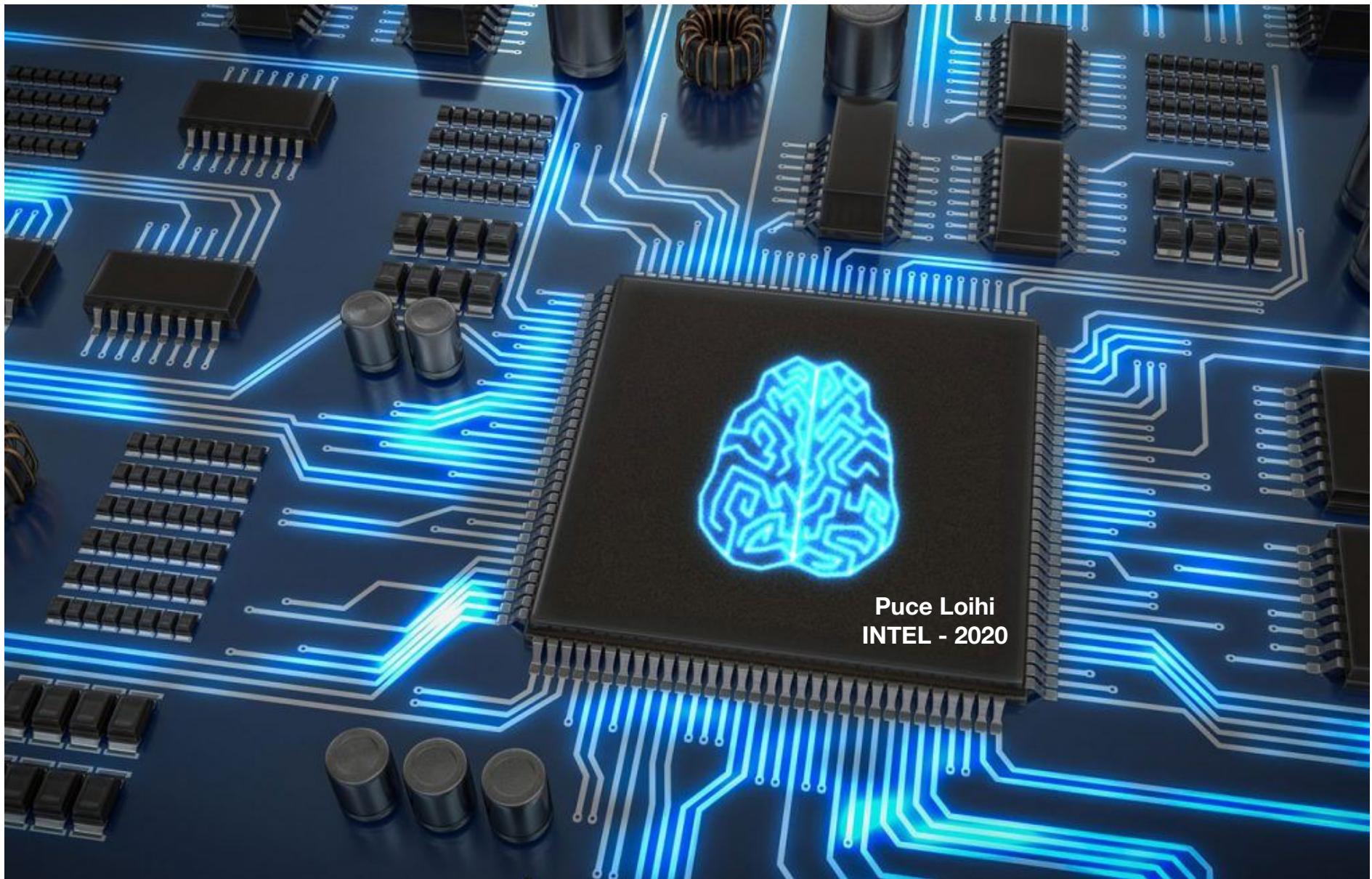


# Robotique Mobile Autonome



Jean Luc Noizette

Année : 2019 - 2020

# Cerveau humain



le cerveau humain contient pas moins de :  
100 milliards de neurones  
1 million de milliards de synapses,

La première version de la puce de Loihi présentée par Intel en 2019 comprenait 130 000 « neurones » de silicium connectés à 130 millions de « synapses »,

Annonce 10 octobre 2019 :  
Une équipe de l'université de Manchester affirme avoir réussi à mimer le fonctionnement d'une petite partie du [cortex moteur](#) primaire, soit 77.000 [neurones](#) ou 300 millions de [synapses](#).  
*« C'est la première fois que l'on parvient à **répliquer en temps réel le cerveau humain** avec une [vitesse](#) équivalente à celle de la biologie »,* se félicite Oliver Rhodes, l'auteur de l'étude publiée sur le site [arXiv](#). L'exploit a été réalisé grâce au SpiNNaker de l'université de Manchester, un [superordinateur](#) équipé de 57.000 [puces neuromorphiques](#), soit un million de cœurs. L'équipe est parvenue à faire tourner leur modèle durant 12 heures avec une vitesse constante.

Annonce 10 octobre 2019 :  
Le programme [AlphaGo](#), l'IA de [Google](#) qui a récemment battu les plus grands champions de go, **consomme ainsi 10.000 fois plus d'énergie** qu'un humain.

# Définition / Histoire

La **robotique** est l'ensemble des techniques permettant la conception et la réalisation de machines automatiques ou de robots.

Un **robot** est un **dispositif mécatronique** (alliant **mécanique, électronique et informatique**) conçu pour accomplir automatiquement des tâches imitant ou reproduisant, dans un domaine précis, des actions humaines. La conception de ces systèmes est l'objet d'une discipline scientifique, branche de l'**automatisme** nommée **robotique**.

Le terme **robot** apparaît pour la première fois dans la pièce de théâtre (science-fiction) *R. U. R. (Rossum's Universal Robots)*, écrite en 1920 par l'auteur Karel Čapek<sup>1</sup>.

Le mot a été créé par son frère Josef à partir du mot tchèque « *robota* » qui signifie « travail, besogne, corvée ».

Les premiers robots industriels apparaissent, malgré leur coût élevé, dans le début des années 1970. Ils sont destinés à exécuter certaines tâches répétitives, éprouvantes ou toxiques pour un opérateur humain : peinture ou soudage des carrosseries **automobiles**.

Aujourd'hui, l'évolution de l'**électronique** et de l'**informatique** permet de développer des robots plus précis, plus rapides ou avec une meilleure autonomie.

Industriels, militaires ou spécialistes chirurgicaux rivalisent d'inventivité pour mettre au point des *robots assistants* les aidant dans la réalisation de tâches délicates ou dangereuses

La **mécatronique** est la combinaison synergique et systémique de la **mécanique**, de l'**électronique**, de l'**automatique** et de l'**informatique** en temps réel. L'intérêt de ce domaine d'**ingénierie** interdisciplinaire est de concevoir des systèmes automatiques puissants et de permettre le contrôle de **systèmes complexes**.

# Historique du robot industriel

- **1920 : Apparition du mot robot**

L'origine du mot robot provient de la langue tchèque dans laquelle sont ancêtre "robota" signifie travail forcé. Il a été introduit, en 1920, par l'écrivain tchèque Karel Capek dans la pièce de théâtre Rossum's Universal Robots

- **1961 : Unimation, le 1er robot industriel**

Descendant direct des télémanipulateurs développés pour les besoins du nucléaire. Il est vendu à partir de 1961 par la société américaine Unimation (devenu Stäubli Unimation), créée par George Devol et Joseph Engelberger. Il est utilisé pour la première fois sur les lignes d'assemblage de General Motors. Ce robot, grâce à son bras articulé de 1,5 tonnes, était capable de manipuler des pièces de fonderie pesant 150 kg.

- **1972 : 1ere chaîne de production robotisée**

Nissan ouvre la première chaîne de production complètement robotisée,

Selon une étude de l'IFR, 2142 millions de robots ont été fabriqués entre les années 60 et la fin 2010, Les analystes estiment qu'aujourd'hui, de 1 à 1,3 million de robots travaillent pour nous dans les usines dans le monde.

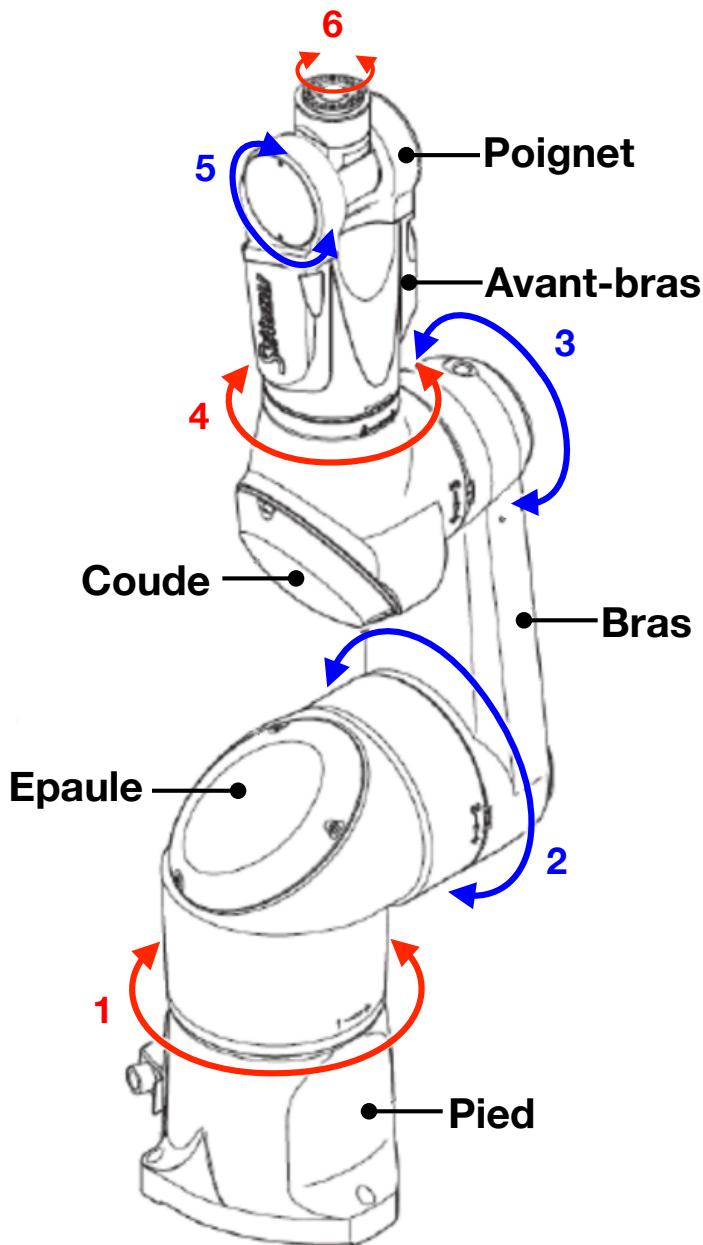


# De quoi se compose un robot industriel

Pour fonctionner, un robot a besoin de plusieurs éléments :



# Le bras robotisé



**C'est l'élément mécanique principal en mouvement.**

**Il se caractérise souvent par un système articulé semblable à un bras humain.**

**Il existe différentes formes de bras, dont certaines ressemblent plus à un bras humain mais remplissent les mêmes fonctions.**

Les robots poly articulés sont particulièrement utilisés dans l'industrie pour tous types d'applications.

# Une gamme complète de robots 4, 6 axes et Fast Picker du petit au gros porteur



TS20

TS40

TS60

TS80

TP80

PETITS PORTEURS 4 axes (1 à 8 kg)

FAST PICKER



TX40



TX60



TX60L



TX90



TX90L



TX90XL

PETITS PORTEURS 6 axes (1 à 10 kg)

MOYENS PORTEURS 6 axes (10 à 80 kg)



RX160



RX160 HD



RX160L



TX200



TX200L

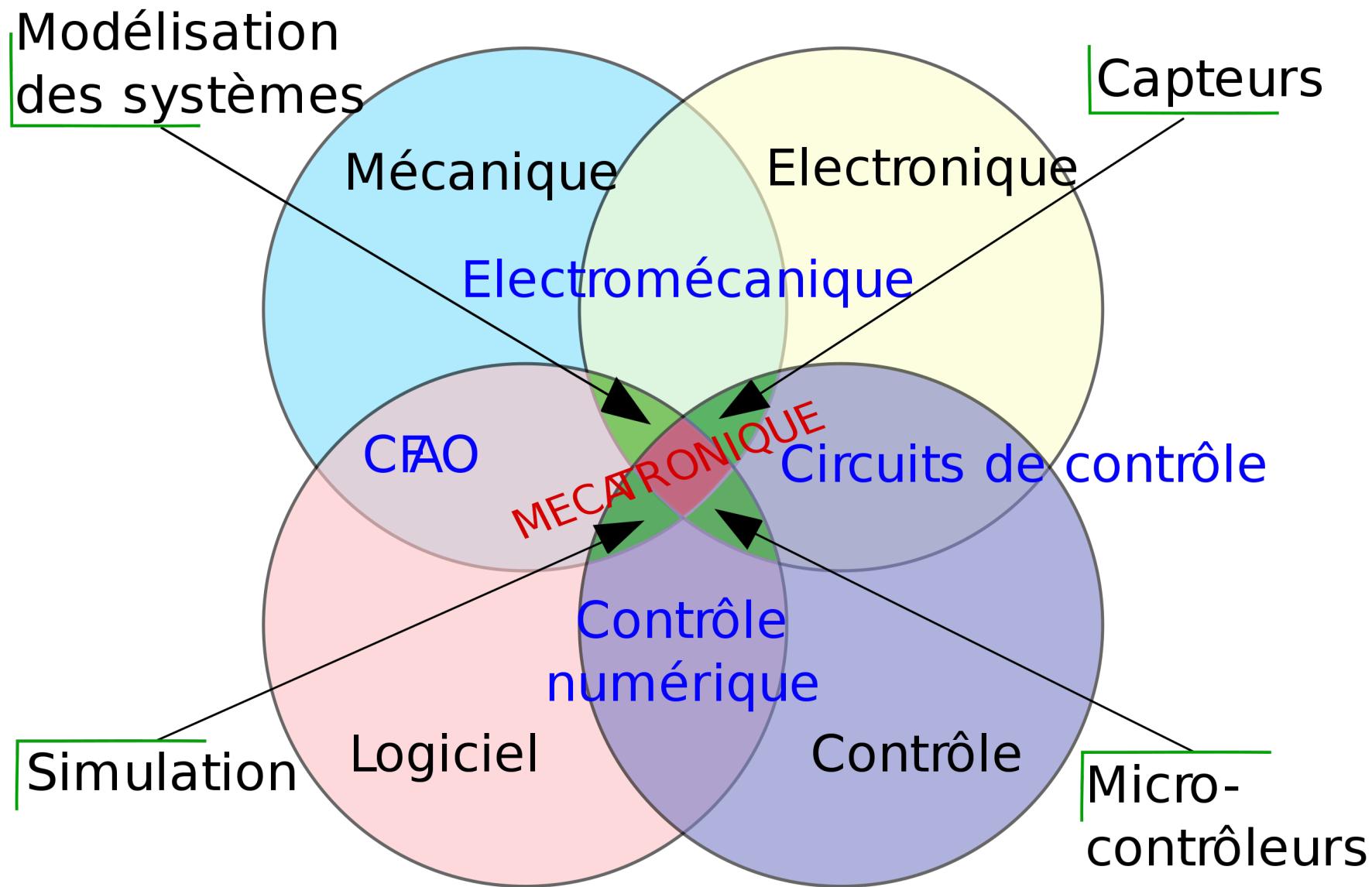


TX340 SH

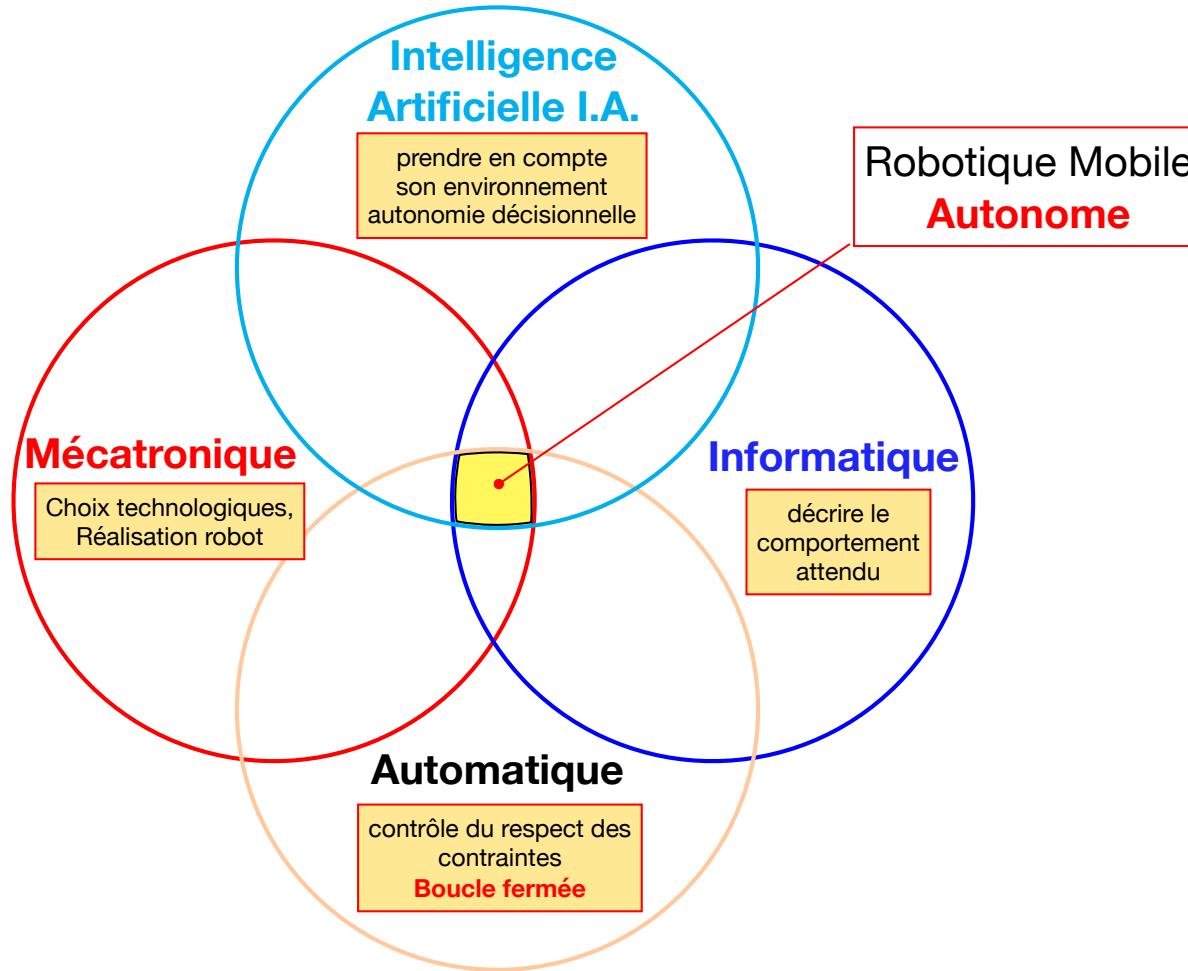
MOYENS PORTEURS 6 axes (10 à 80 kg)

GROS PORTEURS 6 axes (au delà de 80 kg)

# Mécatronique



# Sciences concernées



L'intelligence artificielle (I.A.) est « l'ensemble des théories et des techniques mises en œuvre en vue de réaliser des machines capables de simuler l'intelligence »<sup>1</sup>.

Elle correspond donc à un ensemble de concepts et de technologies plus qu'à une discipline autonome constituée. Souvent classée dans le groupe des [sciences cognitives](#), elle fait appel à la [neurobiologie computationnelle](#) (particulièrement aux [réseaux neuronaux](#)), à la [logique mathématique](#) (partie des mathématiques et de la philosophie) et à l'[informatique](#).

Elle recherche des méthodes de résolution de problèmes à forte complexité [logique](#) ou [algorithmique](#).

Par extension elle désigne, dans le langage courant, les dispositifs imitant ou remplaçant l'homme dans certaines mises en œuvre de ses fonctions [cognitives](#).

# Différence entre Automate et robot

## Automates

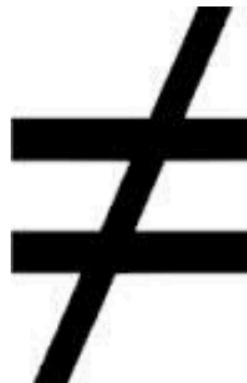
Un automate est un dispositif se comportant de manière automatique, c'est-à-dire sans l'intervention d'un humain.



Les mécanismes de l'automate **obéissent à un programme préétabli**.

## Robots

- Un robot est un automate doté de capteurs et d'effecteurs lui donnant une capacité d'adaptation et de déplacement proche de l'autonomie. Un robot est un agent physique réalisant des tâches dans l'environnement dans lequel il évolue.



- Les robots ont des **capteurs qui recueillent des informations de l'environnement** dans lesquels ils évoluent, influençant l'activité des organes moteurs.

# Différents types de robotique



## Robots mobiles :

Robots capables de se déplacer dans un environnement. Ils sont équipés ou non de manipulateurs suivant leur utilisation.

## Robots domestiques :

Robots utilisés pour des tâches ménagères, par exemple en vaisselle, en repassage, en nettoyage.



## Robots collaboratifs :

Hommes et robots travaillent ensemble, les robots permettant de diminuer la pénibilité des manipulations manuelles, des efforts ou des mouvements réalisés par l'opérateur.



## Humanoïdes:

Le terme humanoïde signifie « ressemblant à l'humain ». Il évoque la bipédie, la présence de deux bras et d'une tête.

## Robots industriels:

Le robot industriel est officiellement défini comme un contrôle automatique, reprogrammable, polyvalent, manipulateur programmable dans trois ou plusieurs axes.



# Atlas robot de type androïde

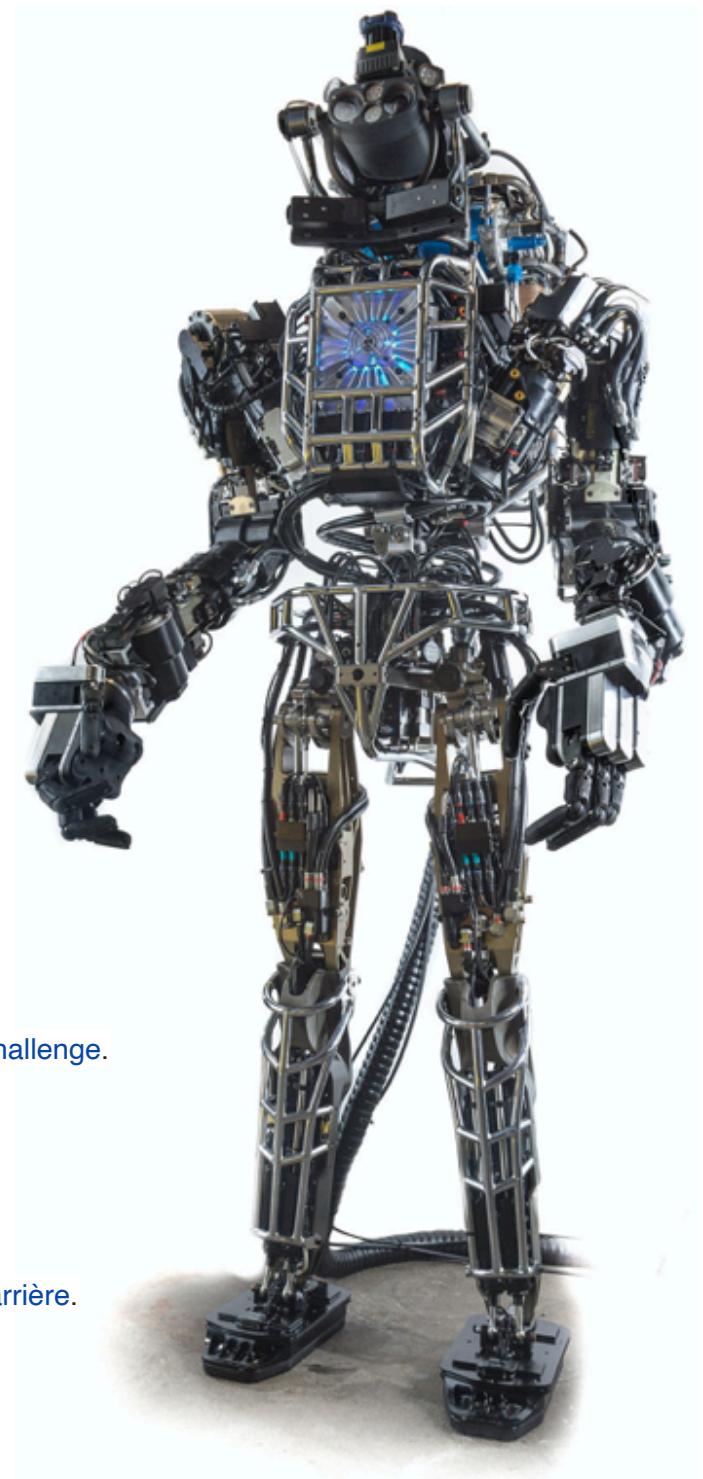
**Atlas** est un robot de type **androïde** principalement développé par **Boston Dynamics**, sous financement et surveillance de la **Defense Advanced Research Projects Agency** (DARPA).

Il mesure 1,88 m et est conçu pour diverses tâches de **recherche et sauvetage**, il a été dévoilé au public le **11 juillet 2013**. Le développement d'Atlas fait partie du **Darpa Robotics Challenge**.

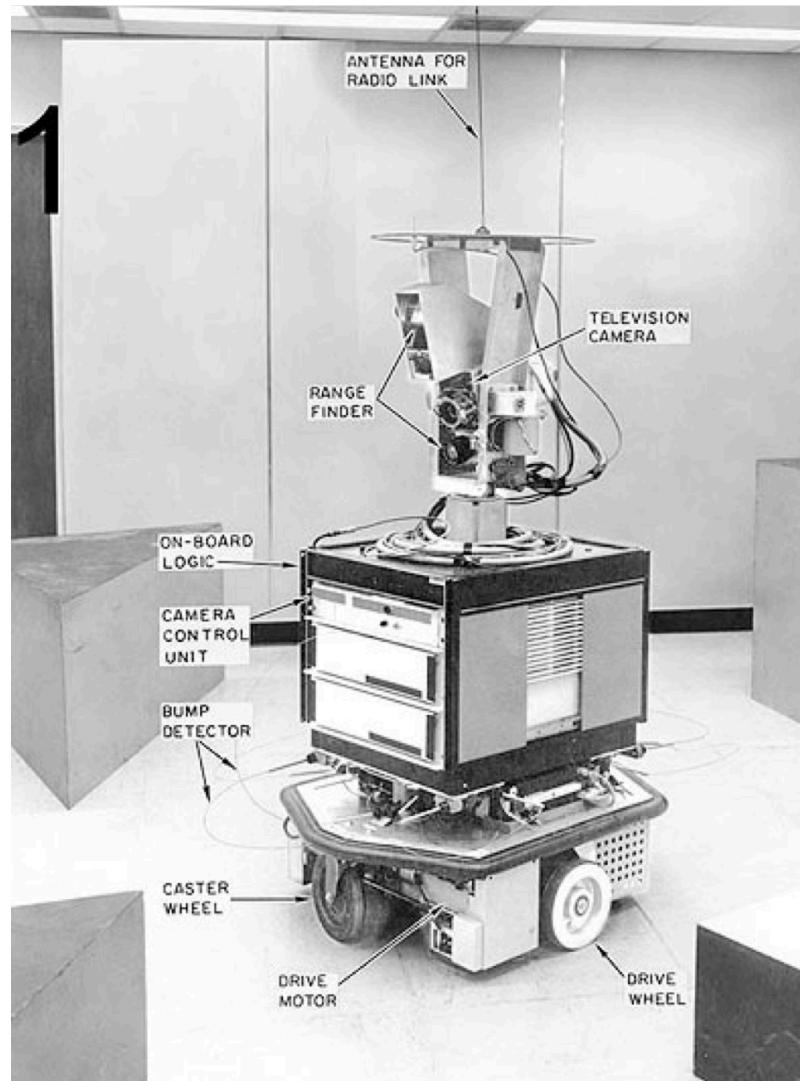
En 2016, une vidéo présentant une évolution du robot est diffusée par Boston Dynamics. Ce modèle de 1,75 m et 82 kg peut porter des paquets, ouvrir des portes mais aussi se relever quand on le pousse ou qu'il est déséquilibré.

Le 16 novembre 2017, une vidéo mise en ligne par Boston Dynamics sur leur chaîne YouTube démontre l'agilité du robot Atlas : celui-ci exécute une série de sauts à pieds joints ainsi qu'un **salto arrière**.

**<https://www.youtube.com/watch?v=vdjRcRKGmCc>**



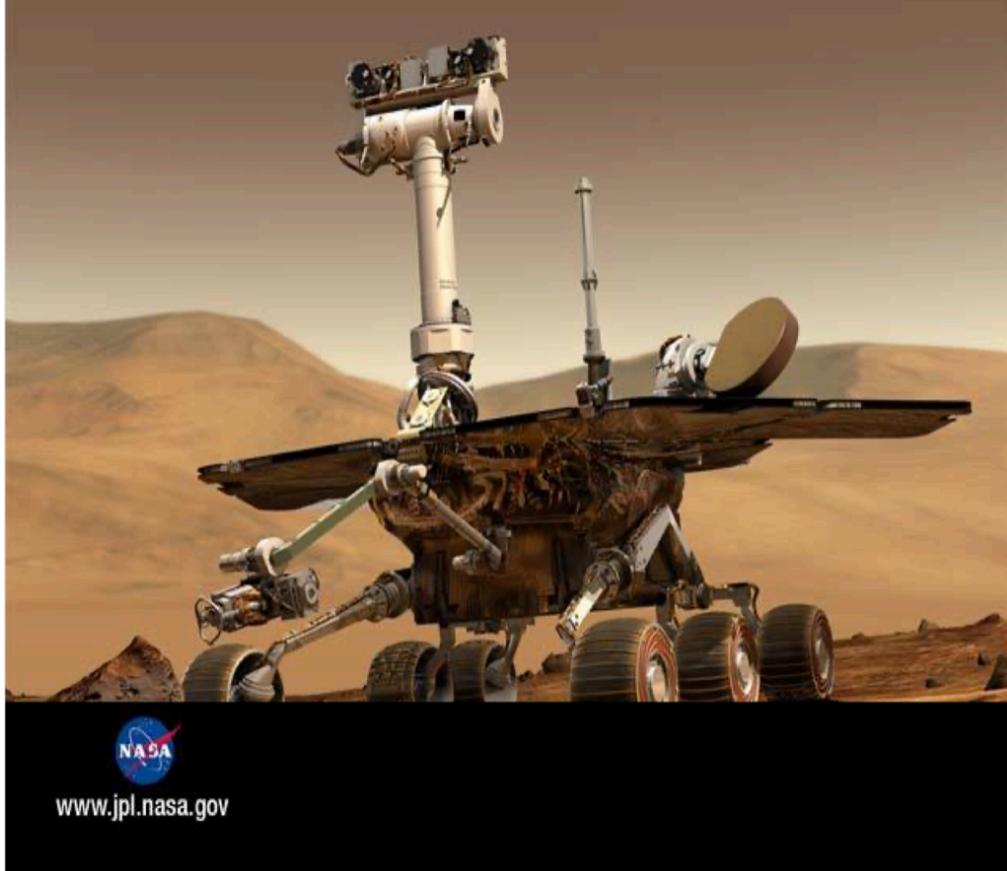
# Robotique Mobile et Autonome



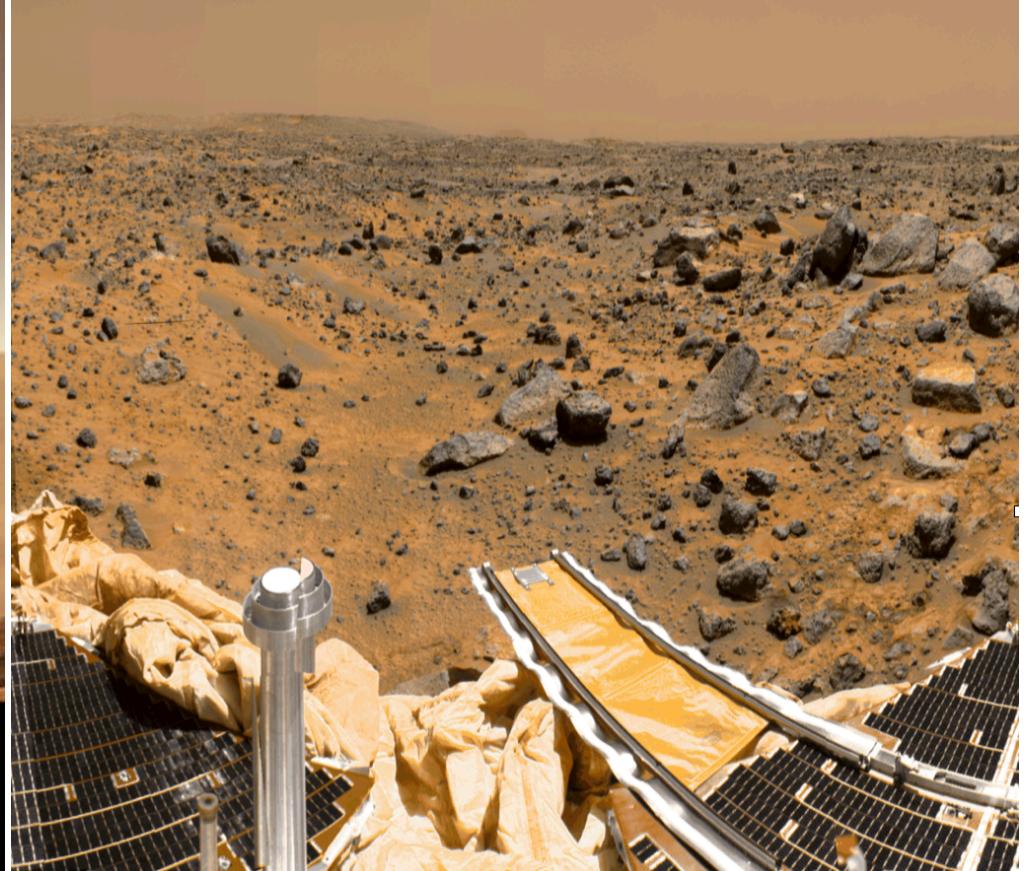
**Shakey : le premier robot mobile (SRI, 1966-1972)**  
<http://www.sri.com/about/timeline/shakey.html>

# Aujourd'hui

## Où sont-ils, que font-ils ? Des applications très diverses de haut niveau



NASA  
[www.jpl.nasa.gov](http://www.jpl.nasa.gov)



## Séjourner sur Mars

<http://mars.jpl.nasa.gov/MPF/rover/sojourner.html>

# Mission Curiosity



**Décollage** : Le 26 novembre 2011, une sonde spatiale était lancée par la fusée Atlas V

**Arrivée** : La sonde se pose le 6 août 2012, dans le cratère Gale de la planète Mars.

C'est à ce moment que le rover Curiosity, équipé de 75 kg de matériel scientifique dont la ChemCam, conçue par le CNRS et le CNES a été activée pour rechercher notamment des indices de vie sur cette planète. Les objectifs du Laboratoire Scientifique de Mars impliquaient également l'obtention de données précises sur le climat et la géologie de Mars, grâce à ce véhicule-robot.

**Durée de la mission** : 687 jours terrestres (solaires),  
soit une année martienne (660 sols).

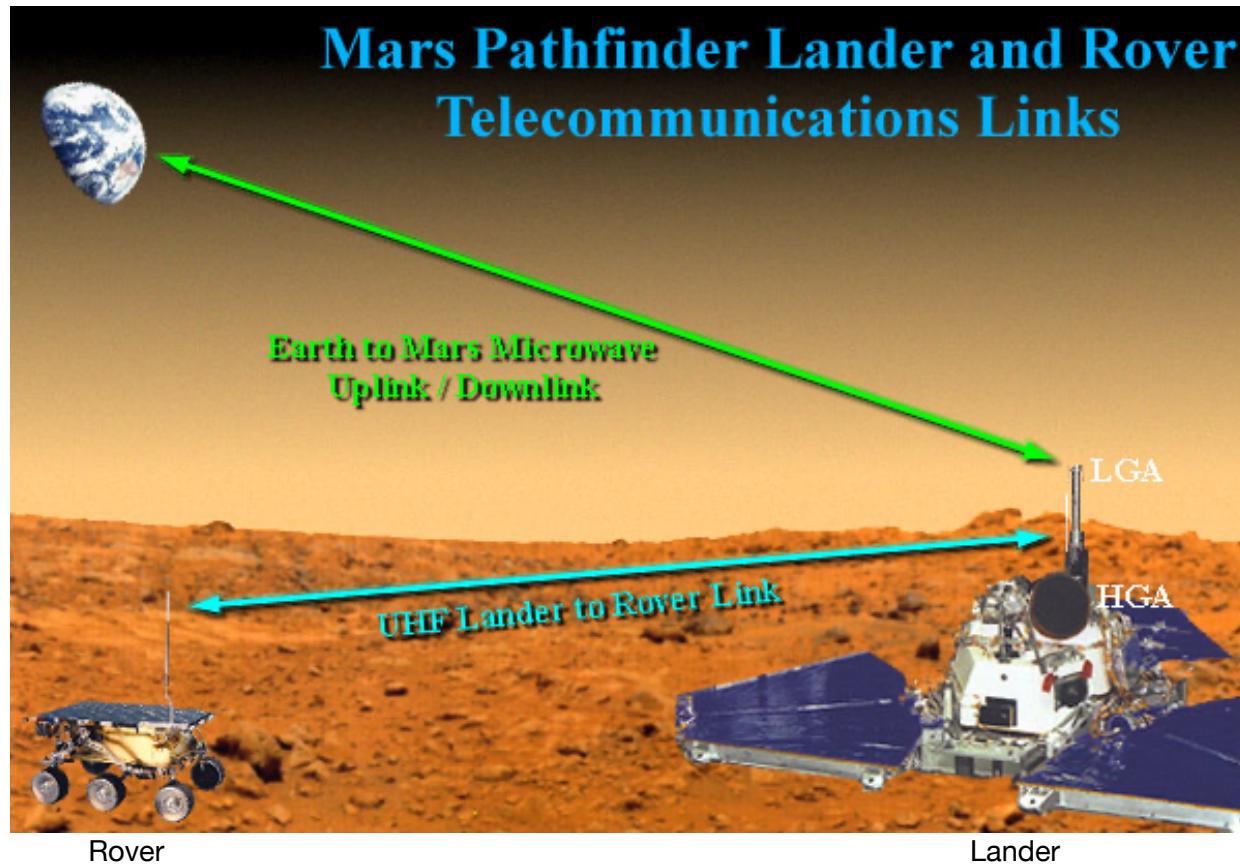
**Phase 1** : une première approche – d'août 2012 à septembre 2014 au cours de laquelle Curiosity a parcouru 9 kilomètres impliquant quatre arrêts prolongés (Yellowknife Bay, Darwin, Kimberley et Cooperstown).

**Phase 2** : cette partie de la mission a couvert la période allant de septembre 2014 à avril 2017, sur un parcours de 7 kilomètres. Après s'être dirigé vers les Bagnold Dunes, Curiosity a effectué d'autres arrêts prolongés, entre autres sur Parhump Hills, dont la fameuse Namib Dune qui mesure 4 mètres de haut, les Murray Buttes et le Plateau Naukluft. Arrivé à un passage étroit recouvert de peu de sable, le rover a amorcé la dernière phase de sa mission.

**Phase 3** : à la fin d'avril 2017, le rover a quitté les Bagnold Dunes pour commencer à gravir le Mont Sharp, à 5 kilomètres de l'endroit. Ainsi, il a pu bénéficier d'une vue globale du cratère Gale (150 km de diamètre), dans lequel il se situait. Dans la partie basse d'une vallée alluvionnaire, le rover a pu recueillir plus d'informations concernant le passé de cette zone.

*Cette image montre la préparation des essais en mars 2011 dans une chambre de simulation spatiale; le rover passera par des séquences opérationnelles dans des conditions environnementales similaires à ce qu'il connaîtra sur Mars.*

# Communication de Mars Rover



Selfie du Rover Curiosity

Le système de télécommunications Microrover est une liaison radio bidirectionnelle sans fil UHF (Ultra Haute Fréquence)

entre le Lander et le Rover.

Une analyse de la liaison radio entre le Mars Lander et le Mars Rover réalisée en 1989 a montré qu'une gamme de radiofréquences (RF) de 100 à 450 MHz devrait être utilisée pour les communications surface-surface.

Le système de télécommunications est composé de deux radios UHF et de deux antennes fouet UHF. La radio Microrover est située à l'intérieur du Rover WEB (Warm Electronics Box)

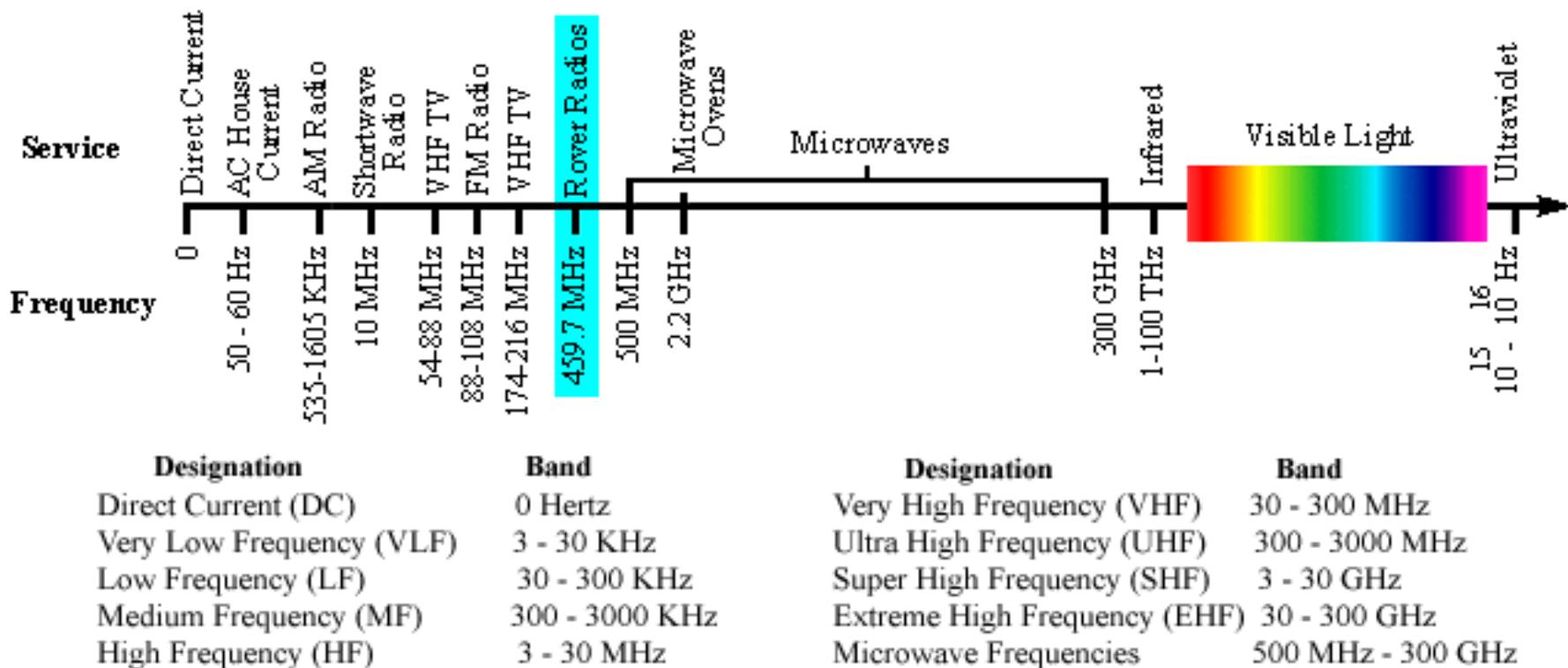
où elle est protégée du froid extrême de l'environnement martien.

La radio est connectée à l'antenne du Microrover à l'aide d'un court morceau de câble coaxial qui passe à travers la paroi du WEB.

Plusieurs composants conçus et utilisés dans ces radios ont été fabriqués par une société appelée DataRadio. Il s'agit de modems radio commerciaux (modulateur+démodulateur) qui ont été modifiés pour répondre à la mission Microrover.

Les antennes ont été conçues et construites par l'équipe de télécommunications au sein de JPL.

# *Frequency Spectrum*



# Analyse critères concernant un robot

**Type de robot :** aspirateur, drone suivi d'une trajectoire (agricole) , drone suivi de scène ( Cycliste montage), Humanoïde ( relationnel ), Hexo-squelette

**Mode de pilotage :** télécommande, trajectoire pré-enregistrée, I.A.

**Type de travail :** individuel ou collaboratif avec homme ou autre robot,

**Relation avec homme :** isolé ou coopératif (cobotique)

**Mode de travail :** programmé simple, ou I.A.

**Mode autonome :** prendre seul ses décisions en fonction de l'environnement  
( détection d'obstacle, optimisation de critères pondérés, ... )

**Les référentiels d'utilisation :** ( cartésiens, cylindriques, Sphériques, quaternion, .... )

**Exemples :** Chien de Boston Dynamics ( Collaboratif, Drone suisse ), joueur Piano, robot ATLAS ( Boston Dynamics )type humanoïde saute obstacle, ....

<https://www.koreus.com/video/robot-atlas-parkour.html>

<https://www.koreus.com/video/robot-atlas-salto-arriere.html>

<https://www.koreus.com/video/robot-atlas-gymnastique-boston-dynamics.html>

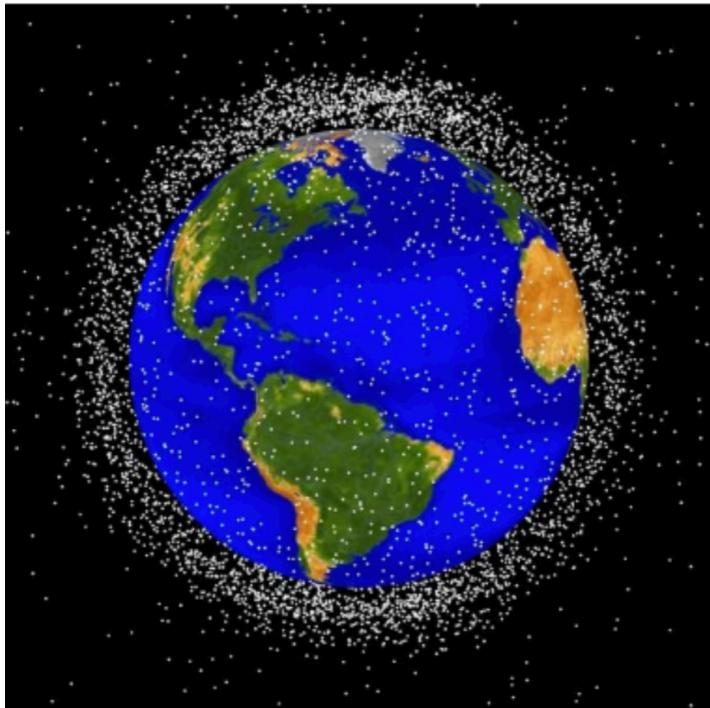
# Robot : Lieu de positionnement - axe Vertical

Référence / sol	Type d'engin	Référentiel	Système de mesures
Espace Lointain	Sonde Rosetta & Philaé	Héliocentrique (référence Soleil + étoiles mointaines)	
Espace Moyen	Satellite couche haute	Géocentrique (référence Terre)	
Espace Orbite - 36000 Km	Satellite géostationnaire	Géocentrique (référence Terre)	
Espace proche terre	Satellite couche basse	Géocentrique (référence Terre)	
Air niveau supérieur	Aviation	Magnétisme Terrestre Electromagnétisme (Balises + GPS) ( pression atmosphérique)	
Air niveau bas	Drone	Magnétisme Terrestre Electromagnétisme (Balises + GPS) ( pression atmosphérique)	
Terre	Mobile niveau sol	Mécanique Terrestre Electromagnétisme (Balises + GPS)	
Eau	Engin sous-marin	Pas vu dans ce cours	

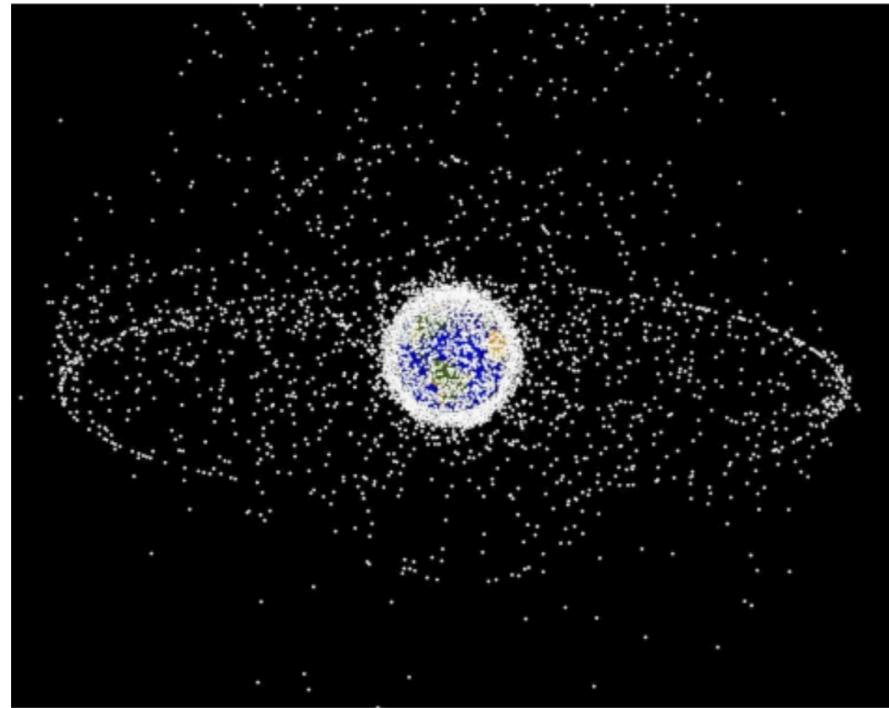
Altimétrie - Air

Sol  
Profondeur Eau

# Résumé état Espace proche Terre



Orbite basse



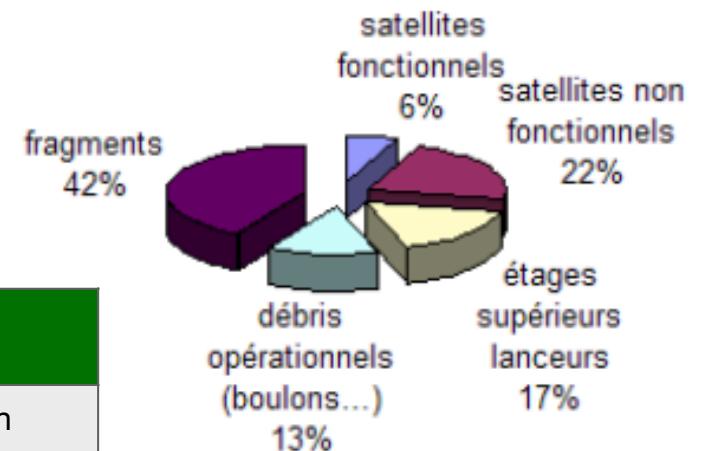
Orbite haute

Depuis 1957, plus 4 600 lancements et 170 explosions en orbite ont généré

- 9 100 objets de diamètre supérieur à 10 cm
- 200 000 objets de diamètre compris entre 1 et 10 cm
- 35 000 000 objets de diamètre compris entre 0,1 et 1 cm

## Durée de vie d'objets bien connus

Exemple d'objets spatiaux	Orbite Altitudes périgée et apogée	Durée de vie
Station Spatiale Internationale	400 km x 400 km	entre 6 mois et 1 an
SPOT	825 km x 825 km	200 ans
Orbite de transfert Ariane 4	200 km x 36 000 km	environ 10 ans
Orbite géostationnaire	36 000 km x 36 000 km	millions d'années



# Essais d'Antennes Satellites

