

LES ROBOTS MOBILES

AU 2022-2023

LES Robots Mobiles

- Petit historique

Partie 1

- Applications, locomotion , systèmes

Partie 2

- Effecteurs et actionneurs

Partie 3

- Robots mobiles à roues

Partie 4



vs



Chaîne de montage

Tâches répétitives
Prédictible
Contrôlable

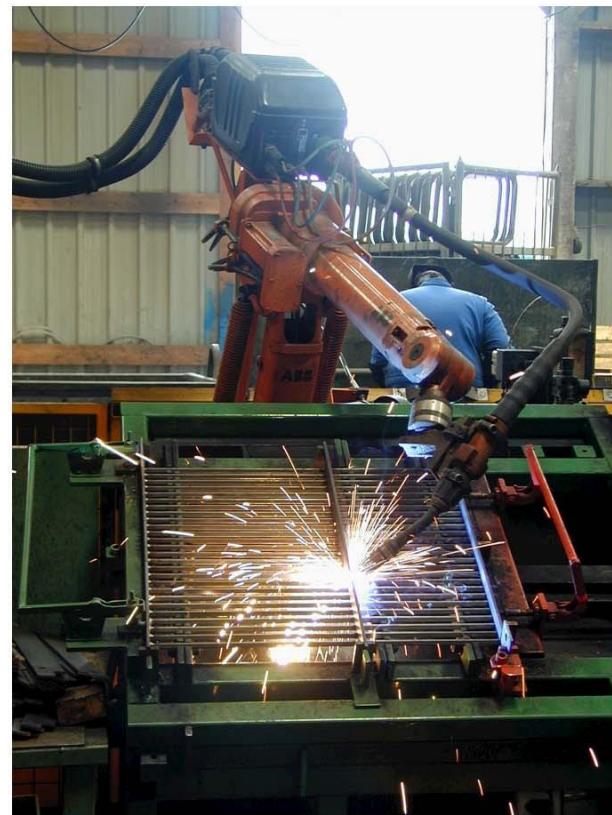
Environnement naturel

Dynamique, Incertain !

Robot manipulateur vs robot mobile

- Robot manipulateur
 - Très implanté sur les lignes d'assemblage
 - Mouvements limités

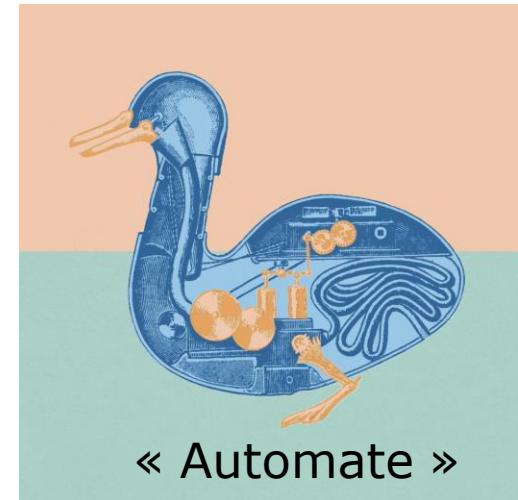
- A l'opposé: **robot mobile**
 - Problématiques de mobilité (déplacement en autonomie)
 - Mécanismes de locomotion complexes



Premiers robots mobiles

- “*Canard*” de Jacques de Vaucanson (1739)

Canard articulé en cuivre capable de boire, manger, cancaner, battre des ailes et digérer comme un véritable animal

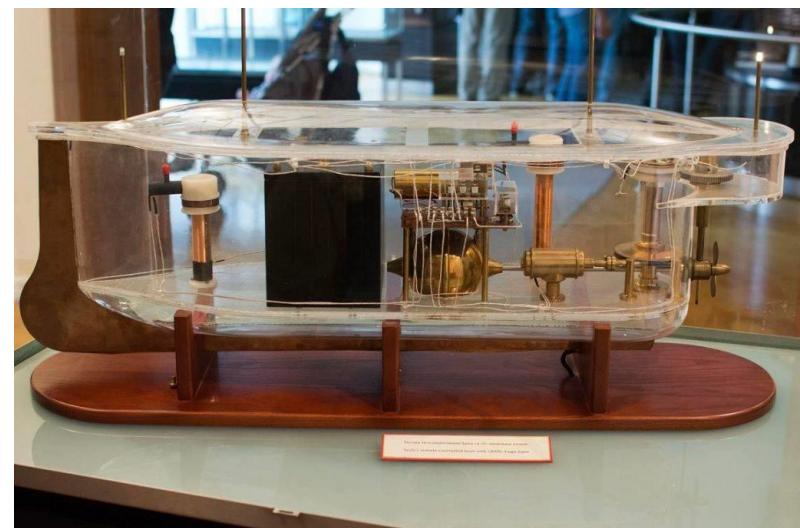
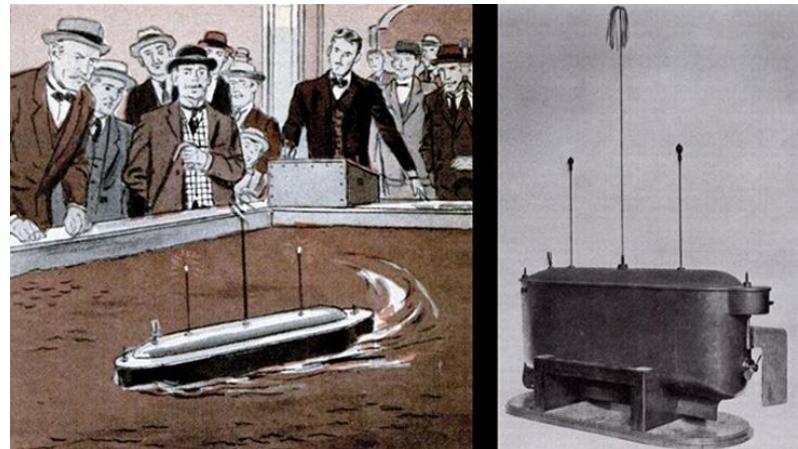


Premiers robots mobiles

- “*Robot boat*” de Nikola Tesla (1898)

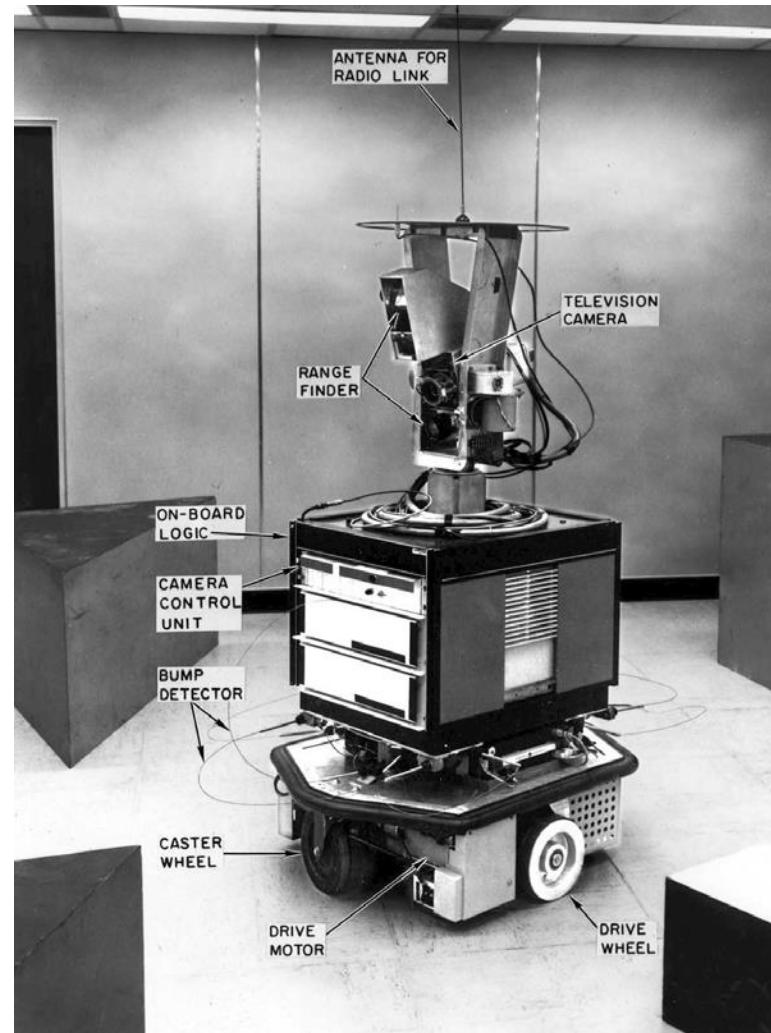
Navire télécommandé

Madison Square Garden, New York,
Electrical Exhibition



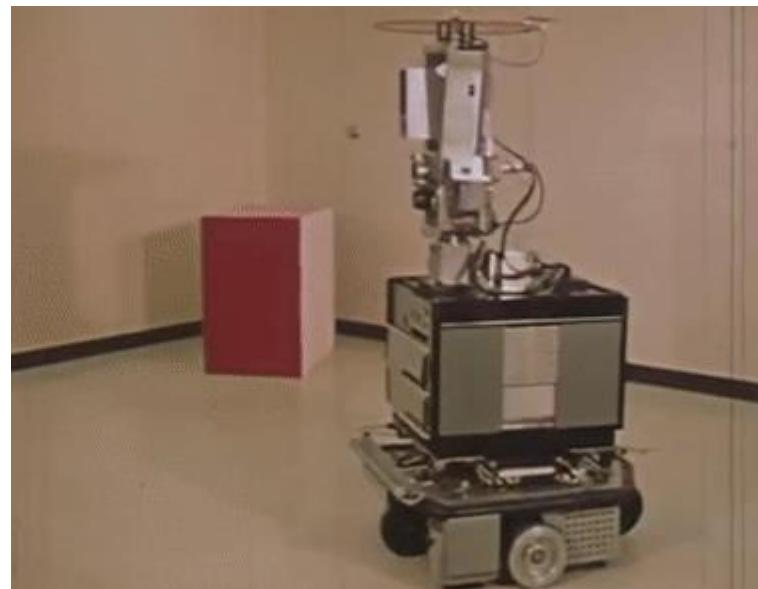
« Shakey » Stanford Research Institute (1966)

- Premier robot mobile percevant son environnement
- Capteurs
 - Caméra
 - Télémètre
 - Contact



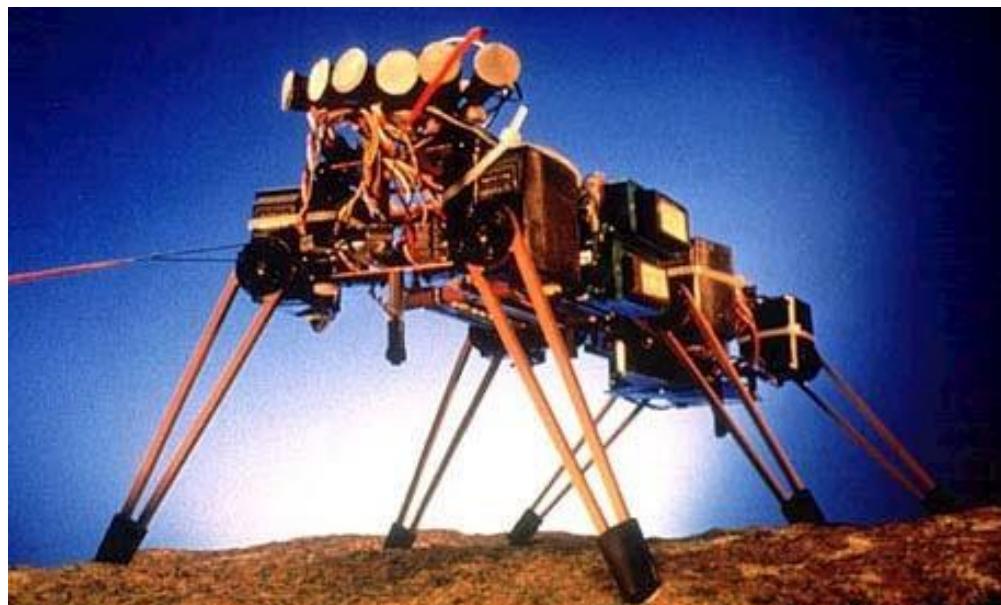
« **Shakey** » Stanford Research Institute (1966)

- Premier robot mobile percevant son environnement
- Capteurs
 - Caméra
 - Télémètre
 - Contact



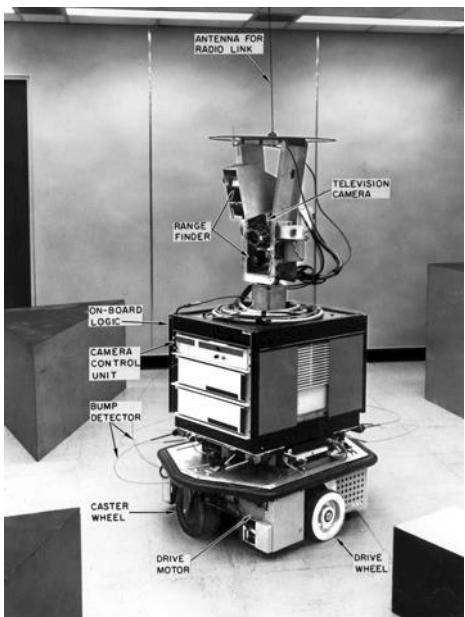
« Genghis » MIT (1988)

- Six pattes
- Apprentissage autonome
 - Franchissement d'obstacles
 - Réaction de chaque jambe à l'environnement
 - Programme de contrôle très simple



Actuellement au *Smithsonian Air and Space Museum* (Washington DC)

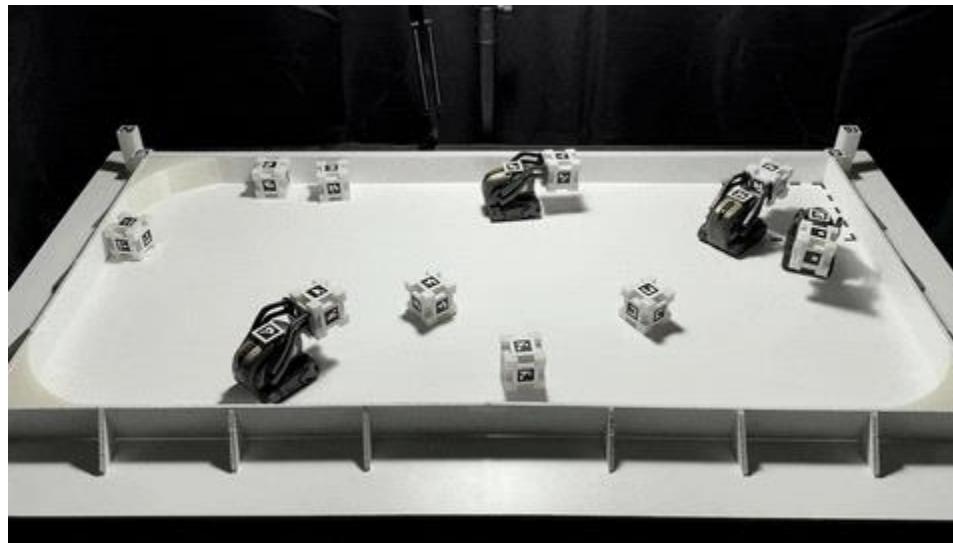
Deux paradigmes différents



Shakey (1966)	Genghis (1988)
Pensée, raisonnement	Action, comportement
Intelligence: cerveau	Intelligence: organisme
Intelligence artificielle	Vie artificielle
Traitemen t d'information	Coordination sensori-motrice
Pensée cartésienne	Centré sur l'agent, basé action

Tendance récente (15 dernières années)

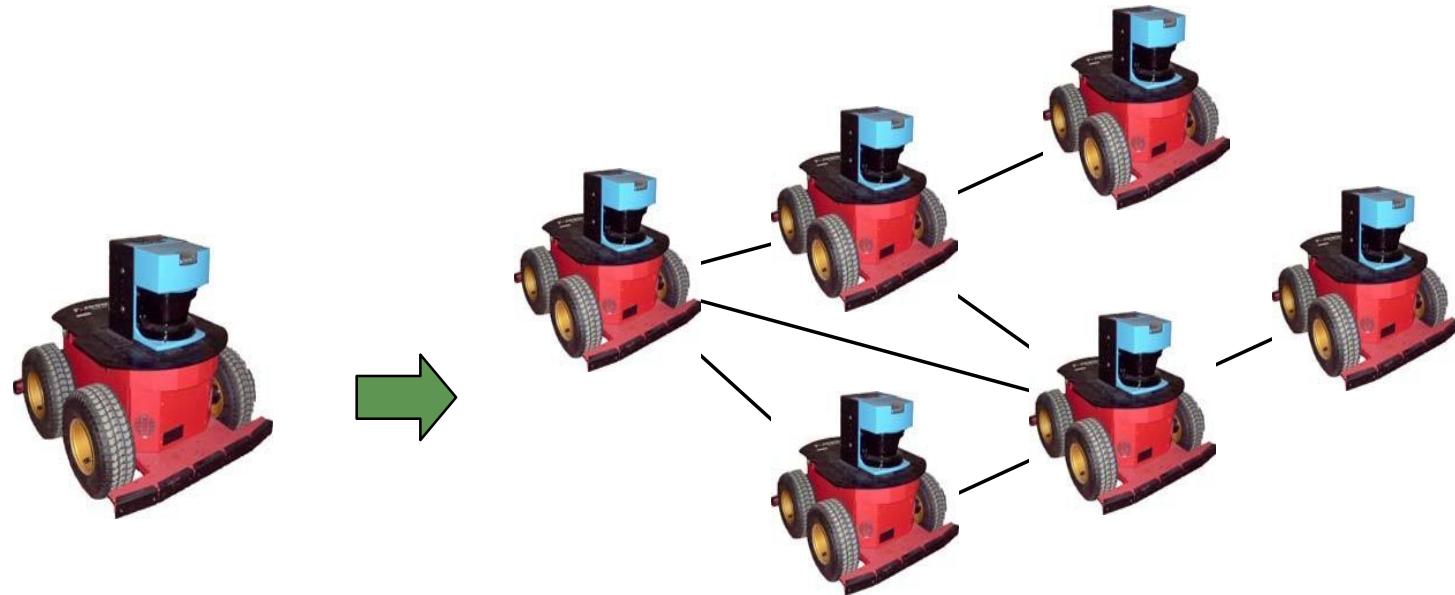
- *Robotique coopérative*: volées, troupeaux, cohortes, équipes et formations de robots



"Consensus and Cooperation in Networked Multi-agent Systems", R. Olfati-Saber, J.A. Fax, R.M. Murray, Proc. of the IEEE, vol. 95, n. 1, pp. 215-233, 2007

Tendance récente (15 dernières années)

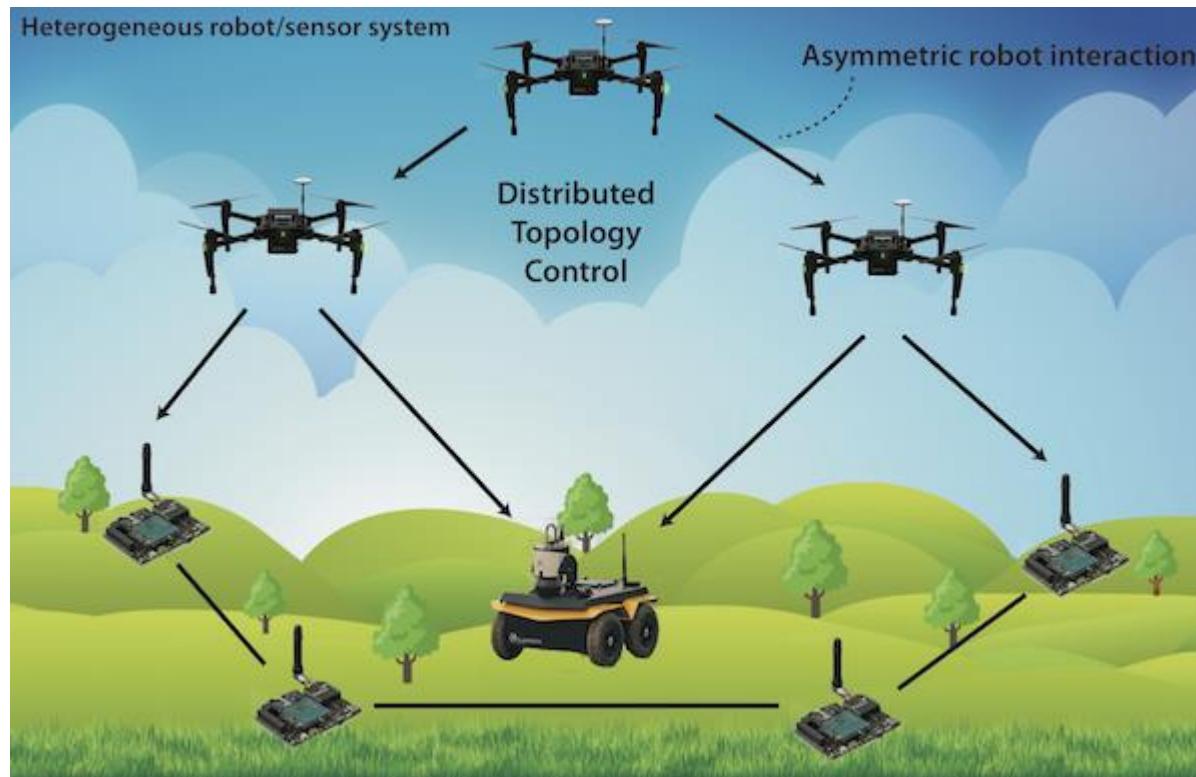
- Commande décentralisée ou *distribuée*



"Consensus and Cooperation in Networked Multi-agent Systems", R. Olfati-Saber,
J.A. Fax, R.M. Murray, Proc. of the IEEE, vol. 95, n. 1, pp. 215-233, 2007

Tendance récente (15 dernières années)

- Commande décentralisée ou *distribuée*



"Consensus and Cooperation in Networked Multi-agent Systems", R. Olfati-Saber, J.A. Fax, R.M. Murray, Proc. of the IEEE, vol. 95, n. 1, pp. 215-233, 2007

LES Robots Mobiles

- Petit historique

Partie 1

- Applications, locomotion, systèmes

Partie 2

- Effecteurs et actionneurs

Partie 3

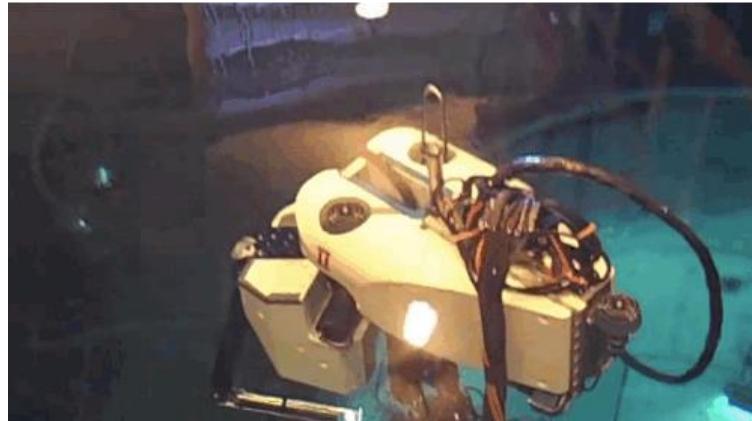
- Robots mobiles à roues

Partie 4

Applications

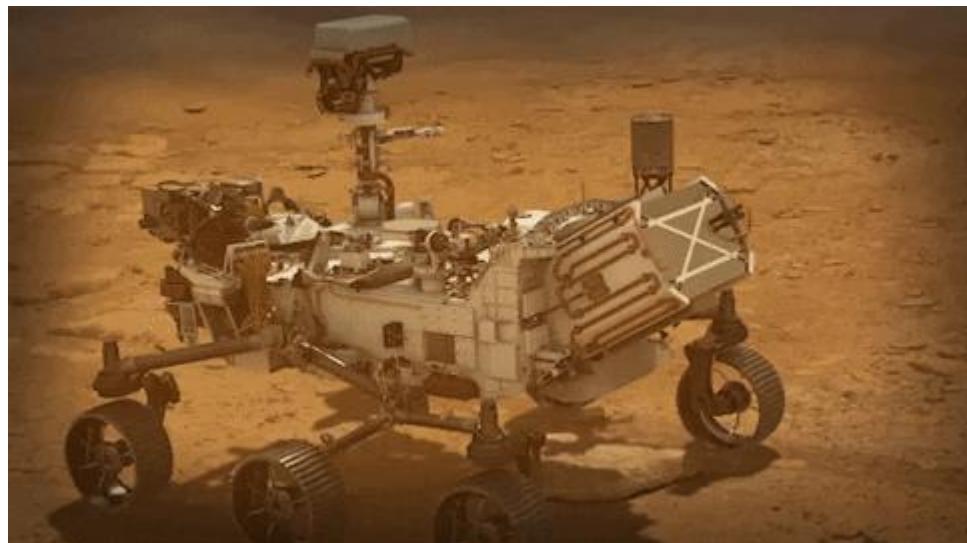
- **Le milieu hostile**
 - Industrie nucléaire

Stinger, le robot d'inspection de réacteurs nucléaires de GE Hitachi



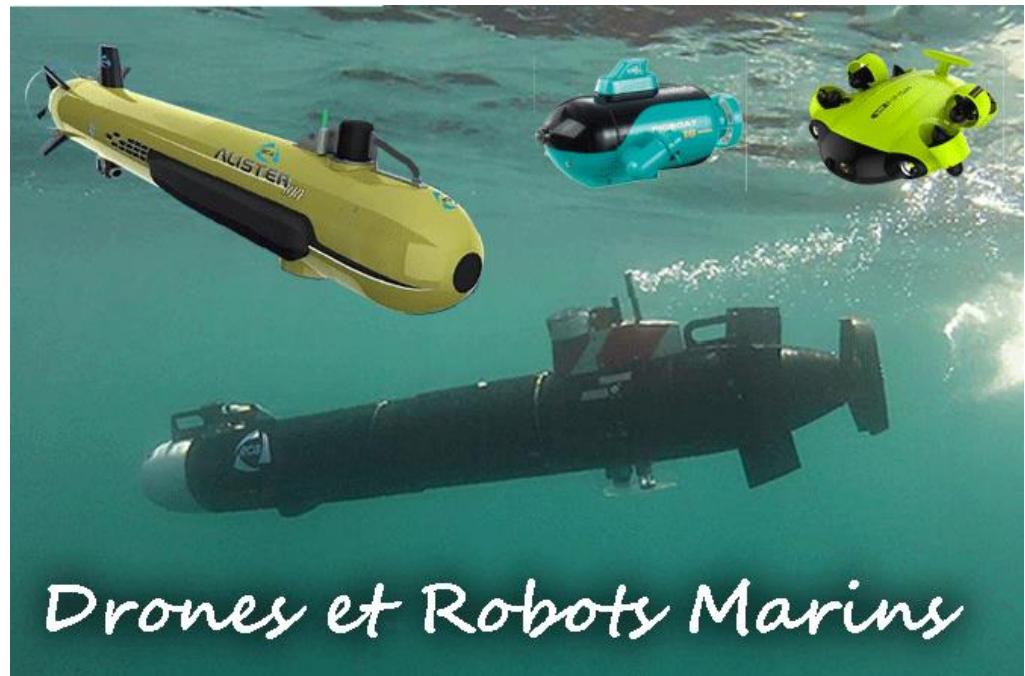
Applications

- **Le milieu hostile**
 - Exploration: planétaire
(par ex. lander Philae),
sous-marine,
volcanique, spéléologique



Applications

- **Le milieu hostile**
 - Exploration: planétaire
(par ex. lander Philae),
sous-marine,
volcanique, spéléologique



Applications

- **Le milieu hostile**
 - Exploration: planétaire
(par ex. lander Philae),
sous-marine,
volcanique, spéléologique
(caverne)



Applications

- **Le milieu hostile**
 - Surveillance: robots militaires (par ex. drone *Predator* de l'US Air Force)



Applications

- **Le milieu hostile**
 - Sauvetage en cas de catastrophes naturelles (tremblements de terre, inondations, avalanches)

Applications

- **Le milieu hostile**
 - Déminage



Applications

- **Le milieu hostile**
- **Les travaux répétitifs**
 - Nettoyage
 - Automatisation des entrepôts
 - Domaine agricole

Nettoyage

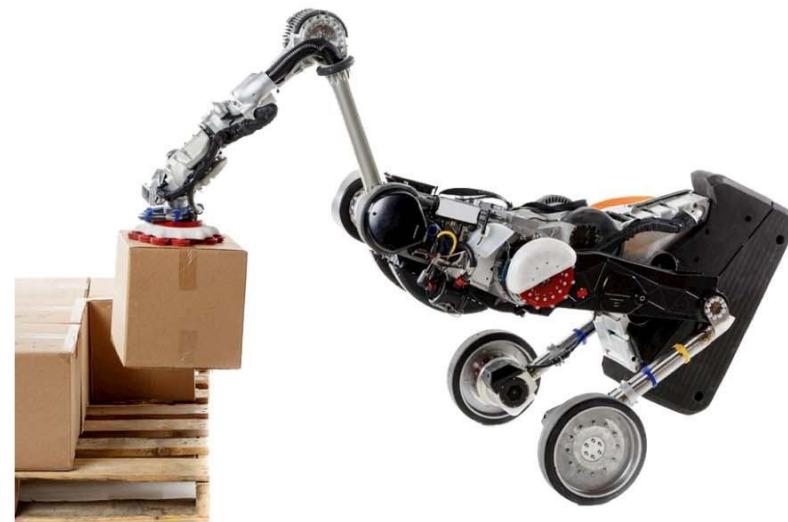
- *Robot40* de Cleanfix
 - Nettoyage de gymnases
 - Navigation basée sonars et capteurs IR
- *VC-RE70V* de Samsung
 - Aspirateur autonome
 - Exploration exhaustive
 - SLAM visuel « plafond »
 - Capteur optique: mesure la pollution de l'air aspiré
- *Roomba* de iRobot
 - Nettoyage de maisons
 - Brosse rotative
 - Bumpers



Automatisation des entrepôts

Amazon Robotics (ex Kiva Systems, 2011) et Exotec Solutions

- Flotte de robots mobiles
- Stockage global par logiciel gestionnaire
- Déplacements auto-gérés



Robot Handle (Boston Dynamics, 2019)

Domaine agricole

Robot Oz de Naïo Technologies

- Désherbage automatique
- Transport de matériel agricole



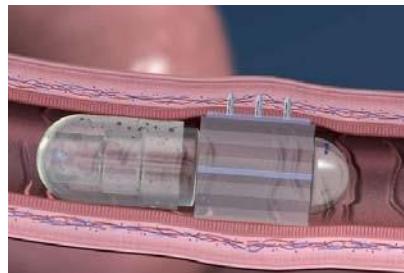
Husky UGV de
Clearpath Robotics

- Arrosage de vignes
(Californie)

Applications

- **Le service**

- Médecine
 - Pilules robotiques
- Aide aux handicapés/personnes âgées (fauteuil roulant intelligent)
- Robot guide (musées, centres commerciaux, etc.)
- Robot facteur



<http://sssa.bioroboticsinstitute.it>



Drone Swiss Post (2018)
de Matternet



PostBot (2018)
Deutsche Post, Dresden



Projets U.E. Interreg
COALAS/ADAPT

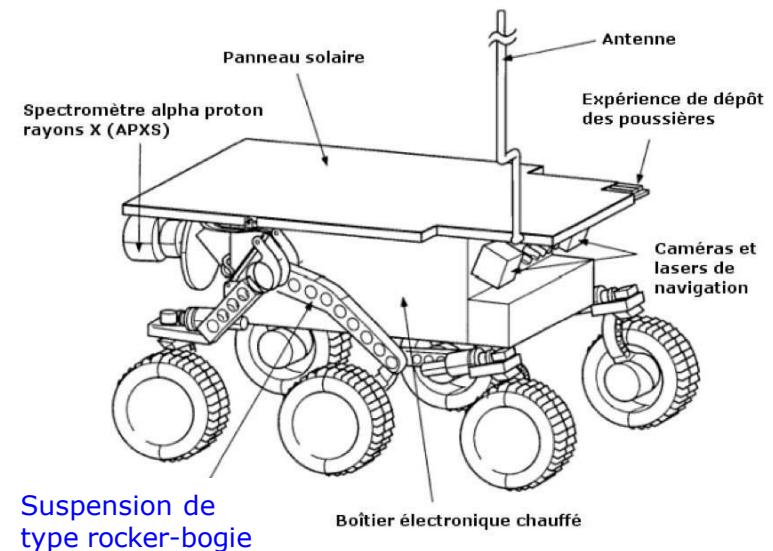
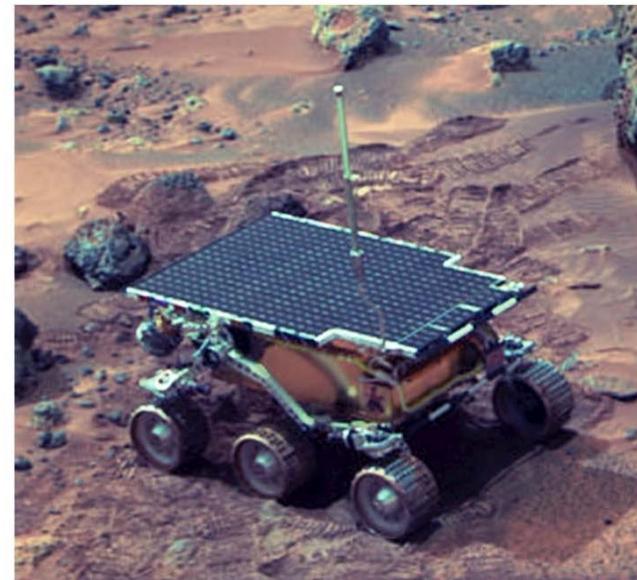
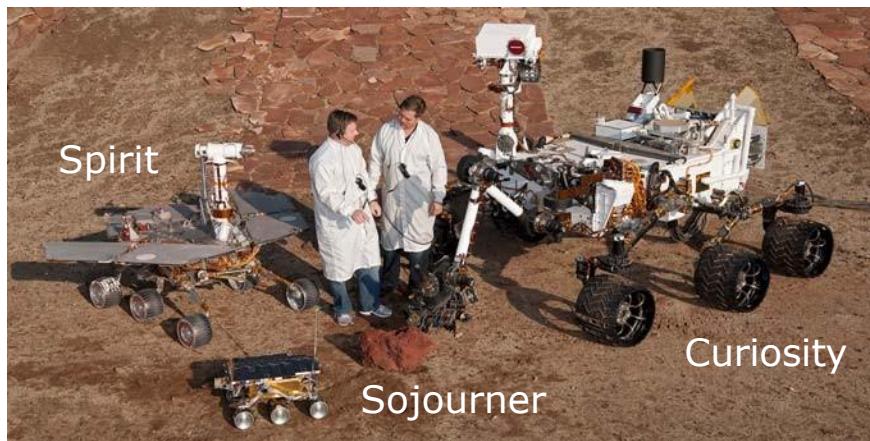


AP PHOTO

Robot Enon de Fujitsu

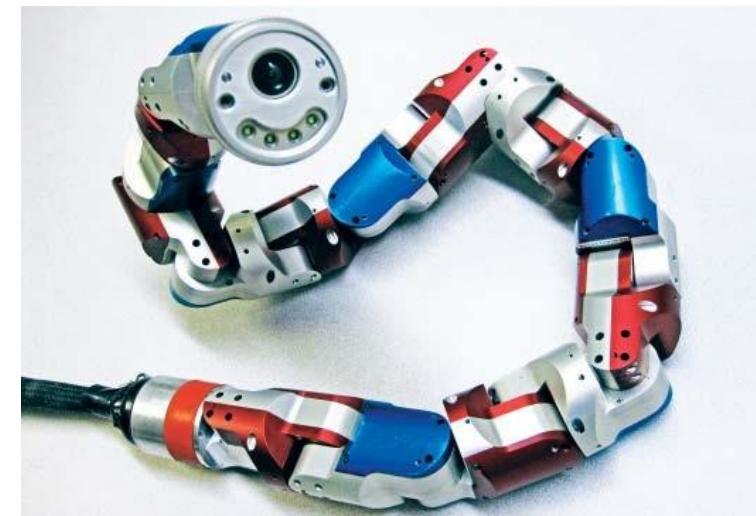
Systèmes et locomotions

- *Environnement hostile*
→ locomotion non conventionnelle
 - « Rovers » NASA sur Mars
 - Sojourner (1997)
 - Spirit et Opportunity (2004)
 - Curiosity (2012)
 - Mars Rover & Helicopter (2020)
- Télémétrie depuis la Terre,
mais détection automatique
des obstacles



Systèmes et locomotions

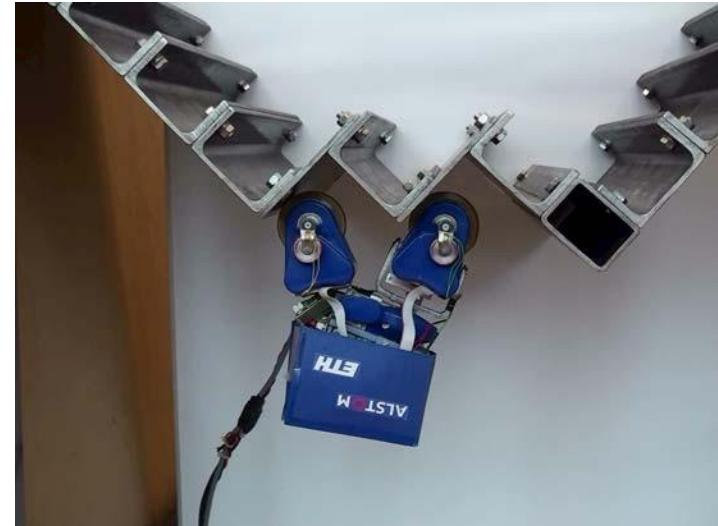
- *Robot rampant (ou continuum)*
 - Inspiration: locomotion des serpents
 - Modulaires et flexibles
 - Déplacement sur tous les terrains (insertion dans des passages étroits)
 - Idéaux pour missions de sauvetage
- *Robot chenillé*



Snakebot, Carnegie Mellon University

Systèmes et locomotions

- MagneBike (ETHZ + ALSTOM)
 - Roues magnétiques
 - Grande mobilité
 - Inspection de structures complexes
 - tuyaux
 - oléoducs
 - turbines

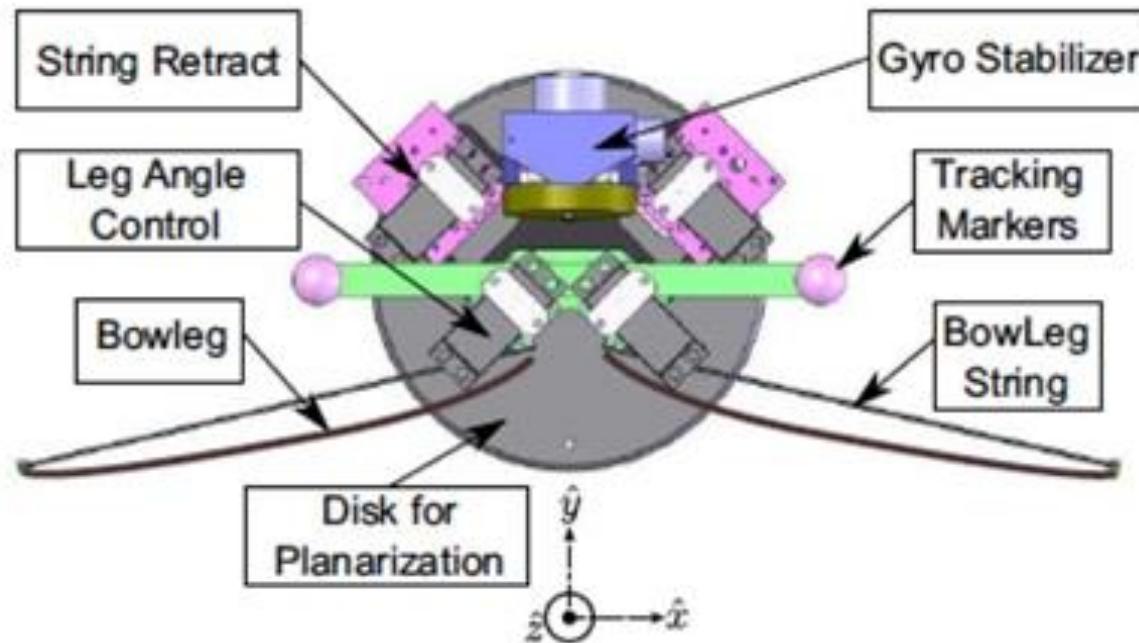


- Gibbot (NxR lab, Northwestern University)
 - Robot « singe »
 - Brachiation
 - Deux extrémités magnétiques
 - Déplacement sur des parois métalliques



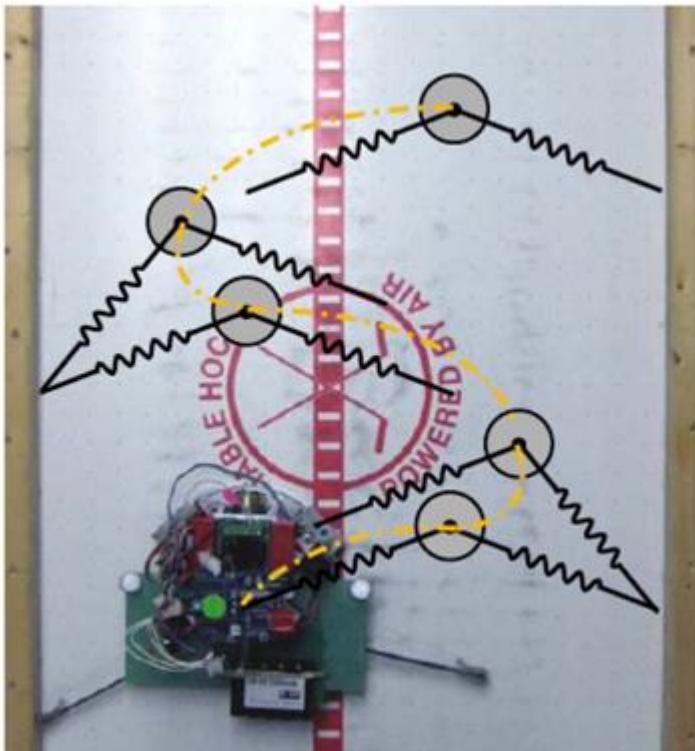
Systèmes et locomotions

- ParkourBot (Northwestern et Carnegie Mellon University)
 - Robot sauter/grimper
 - Deux jambes élastiques
 - *Application:* inspection de tuyaux



Systèmes et locomotions

- ParkourBot (Northwestern et Carnegie Mellon University)



Systèmes et locomotions

Véhicules Autonomes Sous-marins (AUVs)

- OceanOne (Stanford Robotics Lab)
- Aquanaut (Houston Mechatronics Inc.)

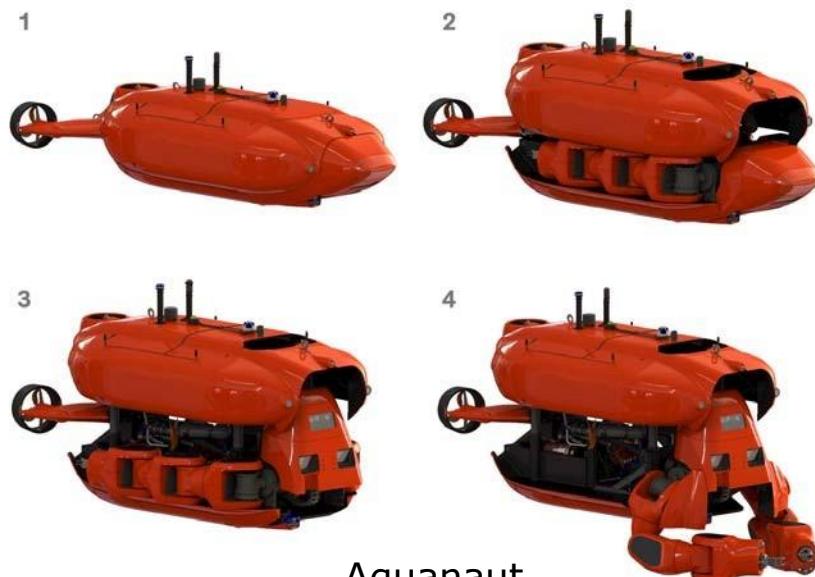
Applications:

- Maintenance de plate-formes pétrolières/pipelines
- Archéologie sous-marine



OceanOne

<https://cs.stanford.edu/group/manips/ocean-one.html>

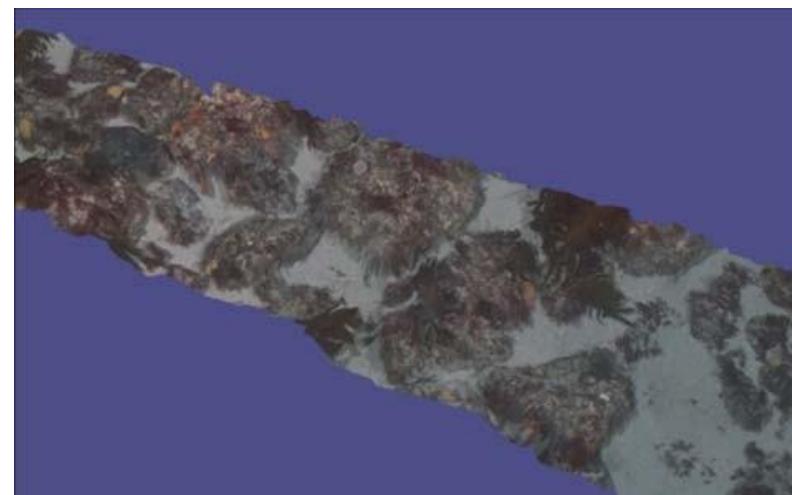
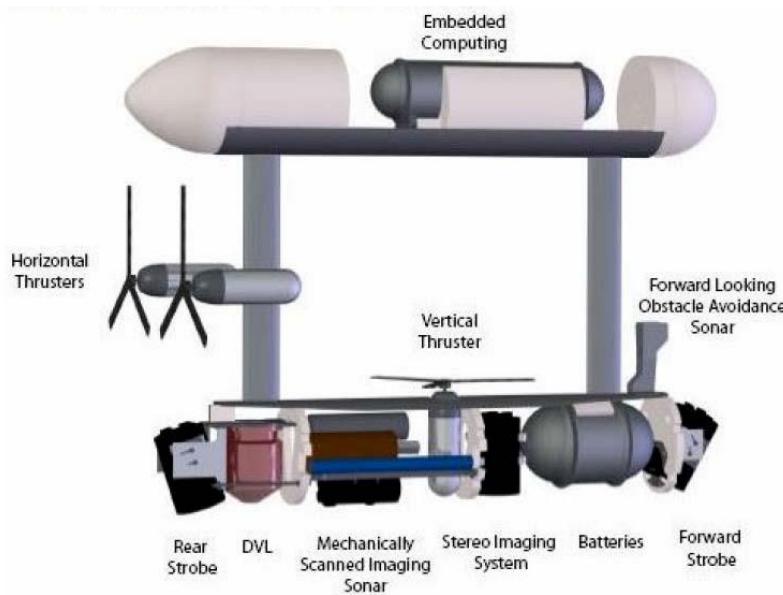


Aquanaut

Systèmes et locomotions

Véhicules Autonomes Sous-marins (AUVs)

- Sirius (University of Sydney)
 - Cartographie 3D des fonds marins
 - Assemblage d'images stéréo (mosaïque)



Systèmes et locomotions

Les drones

- **Voilure fixe**
 - Non motorisée
 - Planeur
 - Motorisée
 - Traction
 - Propulsion
- **Voilure tournante**
 - Birotor
 - *Quatrirotor*
 - Hexarotor
 - ...
- **Voilure battante**
- **Plus léger que l'air**
 - Dirigeable

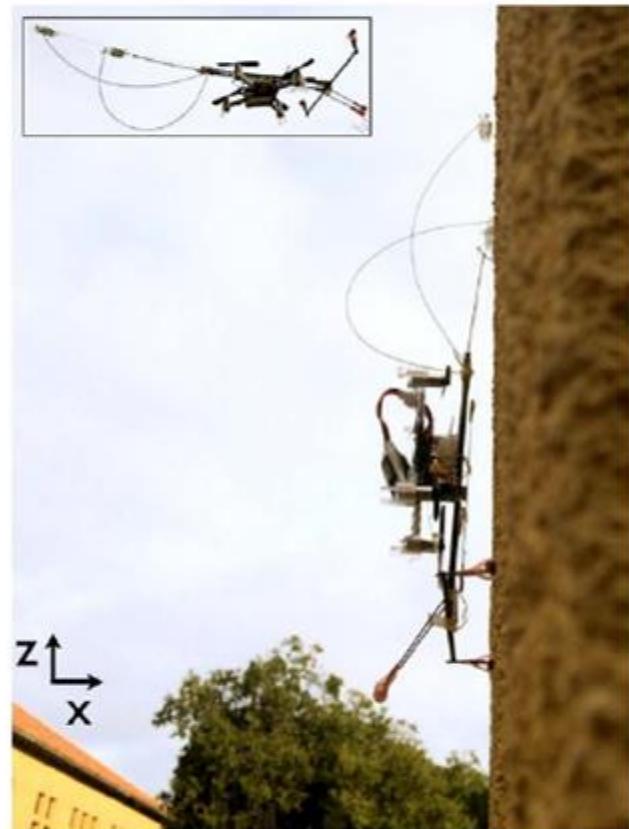
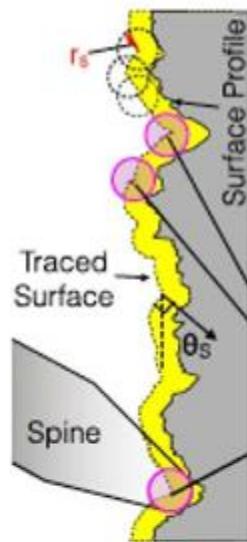
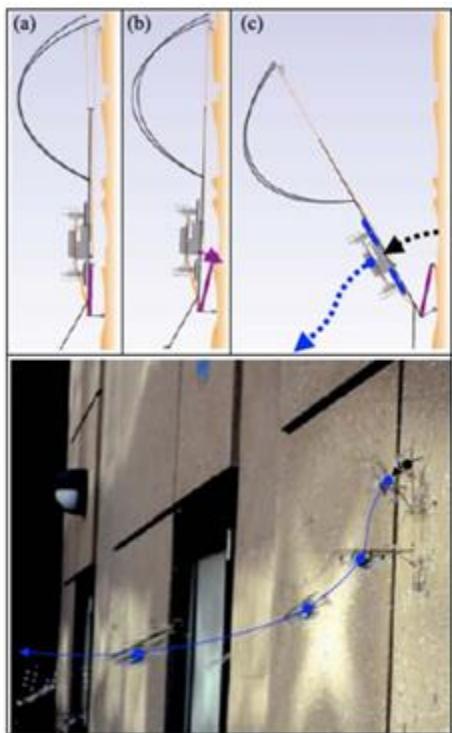


Firefly de AscTec

Phantom 1 de DJI

Systèmes et locomotions

- SCAMP (« **S**tanford **C**limbing and **A**erial **M**aneuvering **P**latform »)
 - **Robot multi-modal** qui peut:
 - Voler (comme un quadrirotor)
 - Se percher avec un système passif
 - Grimper sur des surfaces à l'extérieur
 - Décoller d'une surface verticale



"A Multimodal Robot for Perching and Climbing on Vertical Outdoor Surfaces", T.M. Pope et al., IEEE Trans. Robotics, vol. 33, n. 1, pp. 38-48, 2017

Systèmes et locomotions



Systèmes biomimétiques

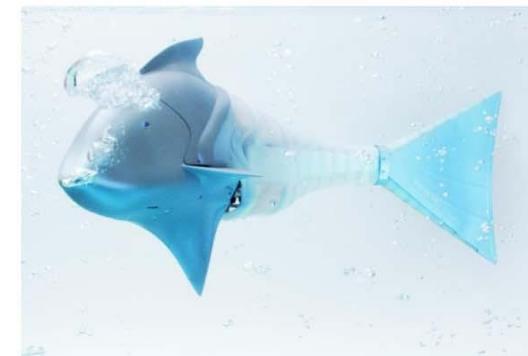
• Volatiloïde

- *SmartBird* de Festo
- *Nano Hummingbird* de AeroVironment



• Poissonoïde

- *Airacuda* de Festo
 - Commande pneumatique
 - «Muscles» fluides



• Insectoïde

- Genghis



<https://www.scriptol.fr/robotique/robots/insecte.php>

• Plantoïde

- Projet U.E.
«Plantoid» (IIT)

<https://www.youtube.com/watch?v=8cS1fb1Ggos>



• Humanoïde

- Asimo, Baxter



Plate-formes pour la recherche et la pédagogie

- 1. *E-puck*
- 2. *Khepera III*
- 3. *Koala 2.5*
- 4. *TurtleBot* (Willow Garage: *Create* de iRobot + *Kinect* de Microsoft)
- 5. *Pioneer 3-AT*
- 6. *AmigoBot*
- 7. *Seekur Jr*



7

6

41

Environnements de simulation et développement

- *Robot Operating System (ROS)*

- Ensemble de bibliothèques et outils (drivers, algorithmes, etc.) pour développer des applications robotiques
 - *Open source*: www.ros.org



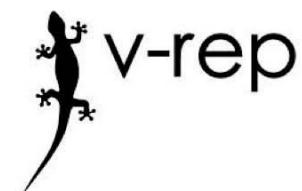
- *Gazebo*

- Simulation précise et efficace de populations de robots dans des environnements virtuels
 - Moteur physique robuste, interfaces graphiques avancées
 - *Gratuit*: <http://gazebosim.org>



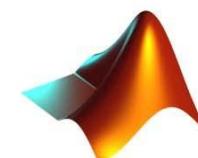
- *V-rep (« Virtual robot experimentation platform »)*

- 6 approches et 7 langages de programmation
 - Destiné à chercheurs, amateurs, développeurs professionnels
 - V-rep pro edu est *gratuit*: www.coppeliarobotics.com



- *Matlab*

- *Robotics System Toolbox* de MathWorks (R2015b)
 - *Robotics Toolbox* de Peter Corke
 - *Gratuit*: www.petercorke.com/Robotics_Toolbox.html



LES Robots Mobiles

- Petit historique

Partie 1

- Applications, locomotion, systèmes

Partie 2

- Effecteurs et actionneurs

Partie 3

- Robots mobiles à roues

Partie 4