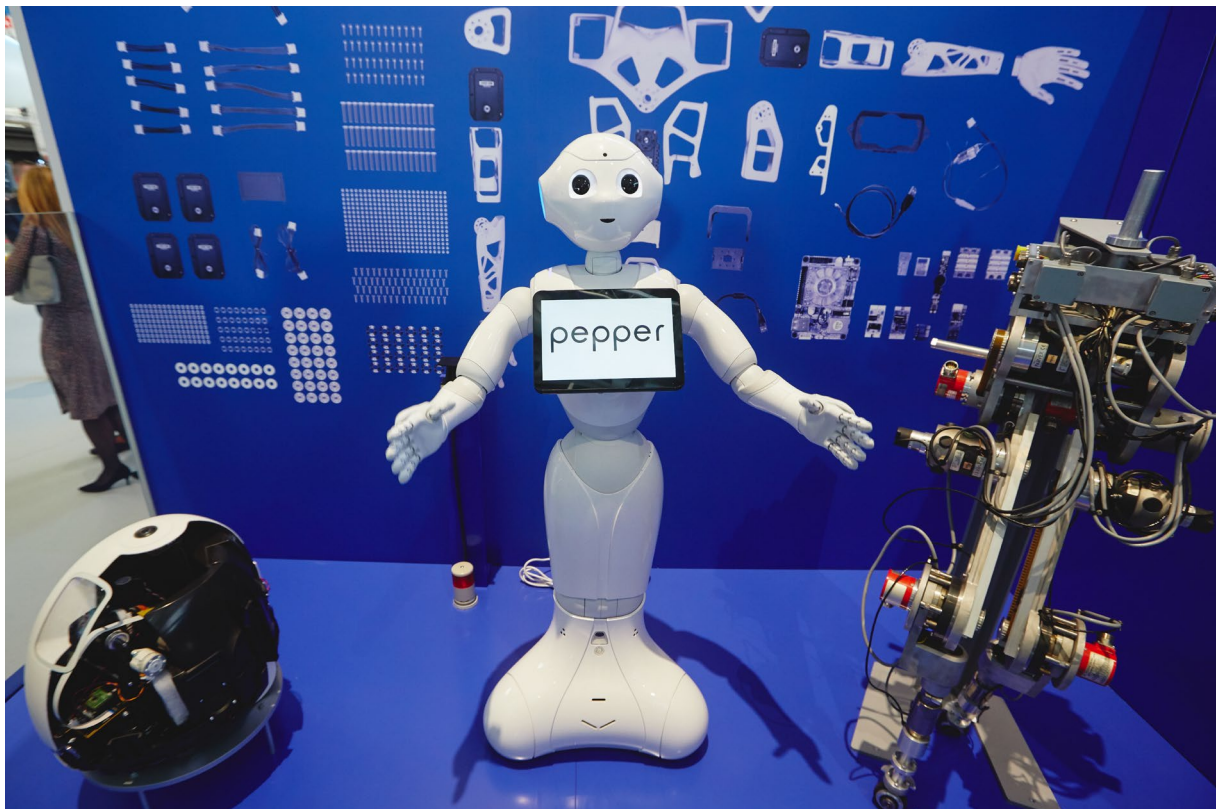


éducation | conférences | évènements  
la médiation scientifique  
ateliers | animations | formation | exposés

**cité**  
sciences  
et industrie

# ROBOTS

Exposition permanente  
Enseignants de cycle 4



Département Éducation et Formation  
[educ-formation@universcience.fr](mailto:educ-formation@universcience.fr)

2019

# Sommaire

## I L'exposition permanente *Robots*

I.1	Situation et plan	4
I.2	Propos	4
I.3	Contenu	5
I.3.1	Robot, pas robot ?	5
I.3.1.1	Robot, pas robot ?	6
I.3.2	Dessine-moi un robot	7
I.3.2.1	Naissance de la robotique. Un moment clé	7
I.3.2.2	Le renard de Ducrocq	8
I.3.2.3	De quoi est fait un robot ?	8
I.3.2.4a	Éclaté de robot	9
I.3.2.4b	Éclaté numérique	9
I.3.2.5	Design ton robot selon son milieu... et inversement	10
I.3.2.6	Les capteurs	11
I.3.2.7a	Les préhenseurs	11
I.3.2.7b	Une main robotique	12
I.3.2.8	Robotique en temps réel	12
I.3.2.9	Les degrés de liberté	13
I.3.2.10	L'espace des configurations	13
I.3.3	Au labo les robots	14
I.3.3.1	Les sources d'inspiration de la robotique	14
I.3.3.2	Le robot, un instrument scientifique	15
I.3.3.3	La meilleure façon de marcher	15
I.3.3.4	Essaim de robots : les Kilobots	16
I.3.3.5	Le <i>perspective-taking</i>	16
I.3.3.6	Interactions homme-robot : la cobotique	16
I.3.3.7	Interactions « émotionnelles »	17
I.3.3.8	HRP2	18

I.3.4	<b>Vivre avec les robots ?</b>	<b>19</b>
I.3.4.1	Les robots : présence et usages	19
I.3.4.2	Les robots : des questions en tout genre	20
I.3.4.3	Les moteurs du développement	20
I.3.4.4	Simulateur de véhicule autonome	21
I.3.5	<b>Le salon robotique</b>	<b>21</b>
I.3.5.1	Que suis-je pour vous ?	21
I.3.5.2	Autour de la robotique	22
I.3.6	<b>Trobo, l'œuvre</b>	<b>23</b>

## II Ressources

II.1	Médiation à la Cité des sciences et de l'industrie	24
II.2	Médiation au Palais de la découverte	25
II.3	Dossier en ligne	26
II.4	Vidéos et conférences	26
II.5	Les éditions	27
II.6	Sitographie	28
II.7	Bibliographie	29
II.8	Liens avec le programme de cycle 4 et activités possibles	37

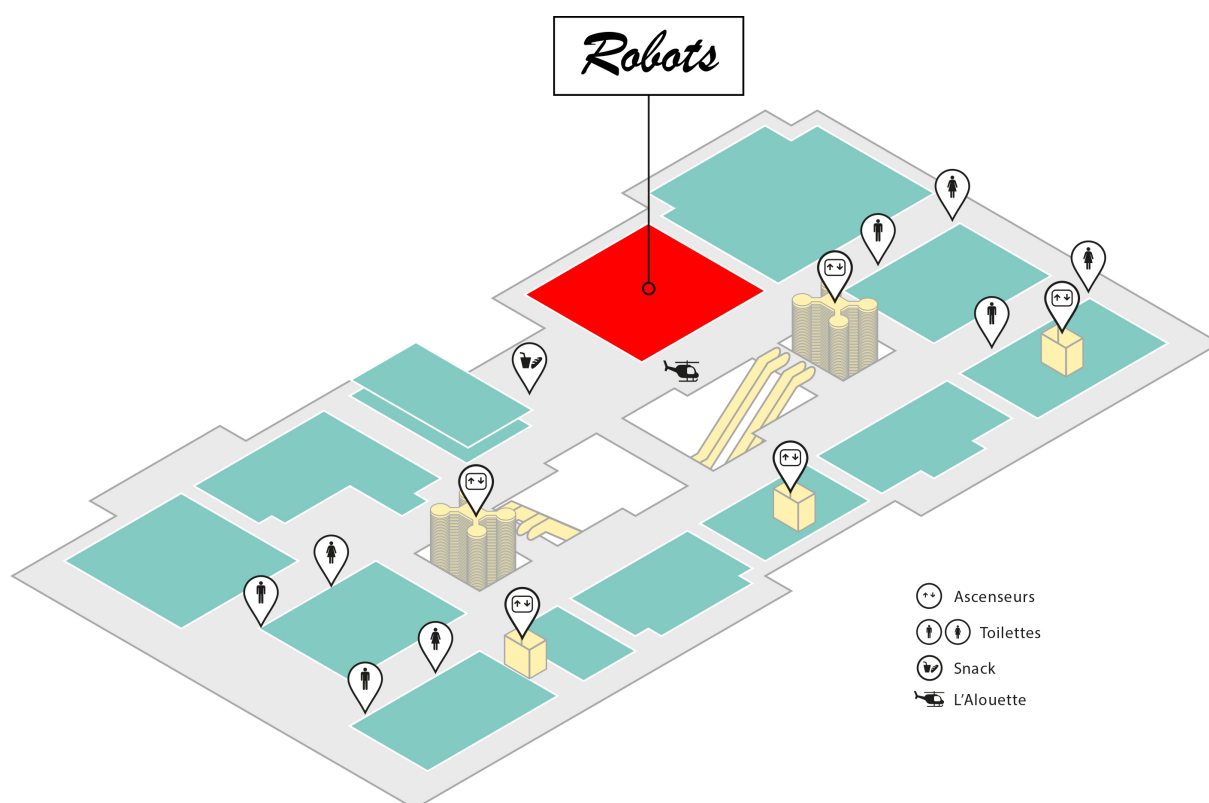
## III Informations pratiques 49

La partie II.8 a été conçue et rédigée par Françoise Rodriguez, professeur relais à Universcience et enseignante-formatrice à l'ESPE de Créteil.

# I L'exposition *Robots*

## I.1 Situation et plan

Prenant place au niveau 1 de la Cité des sciences et de l'industrie, l'exposition permanente *Robots* occupe une surface totale de 900 m<sup>2</sup>.



## I.2 Propos

L'exposition interroge la définition de la robotique. Inscrite dans l'histoire des machines, la robotique développe des artefacts qui interagissent physiquement avec leur environnement et y réalisent des tâches avec différents degrés d'autonomie. Pour cela, ils doivent pouvoir capter, se déplacer, manipuler, communiquer. Ils disposent aussi d'une marge d'autonomie plus grande que celle des machines ordinaires.

Le propos principal de l'exposition est la présentation du changement de paradigme auquel nous confronte la robotique contemporaine, en l'occurrence le relâchement progressif du contrôle du mouvement qui a caractérisé notre rapport aux machines depuis les débuts de la révolution industrielle. Ce changement ne joue pas seulement sur le plan technique, mais aussi dans l'espace social, économique et culturel.

L'exposition met en contact vos élèves avec la science et l'industrie robotiques : elle présente de véritables robots en état de marche, la manière dont ils fonctionnent réellement afin de démystifier la robotique, l'état de l'art de la recherche et les implications sociétales.

Elle s'attache à leur donner les moyens de comprendre ce changement dans toutes ses dimensions. Elle se veut à la fois attrayante, interactive et accessible à un vaste public : familles, jeunes adultes passionnés de technologie ou de sujets de société et, bien sûr, scolaires.

L'exposition s'attache également à interroger directement et en profondeur les représentations qu'a le visiteur de la robotique ainsi que son acceptabilité psychologique et sociale.

En partenariat avec le Centre national de la recherche scientifique (CNRS), avec la collaboration de l'Institut national de recherche en informatique et en automatique (Inria).

## **I.3 Contenu**

L'exposition se déploie autour de 6 pôles :

- Robot, pas robot ?
- Dessine-moi un robot ;
- Au labo les robots ;
- Vivre avec les robots ? ;
- Le salon robotique ;
- Trobo, l'œuvre.

La muséographie privilégie autant que faire se peut la présentation de robots en fonctionnement. Concernant la relation au visiteur, l'exposition cherche à questionner directement son imaginaire, son intuition et son rapport aux technosciences robotiques en le faisant interagir le plus possible avec des robots, machines et autres dispositifs d'interprétation. Une installation artistique robotique appelée Trobo complète l'ensemble.

### **I.3.1 Robot, pas robot ?**

Dès l'entrée, l'élève est invité à définir ce qu'est un robot. Pour cela, il a accès à un ensemble de représentations d'artefacts parmi lesquels il doit distinguer ceux qui sont des robots de ceux qui n'en sont pas. Parfois, la distinction entre un robot et un automate n'est pas aussi claire qu'on pourrait le souhaiter !

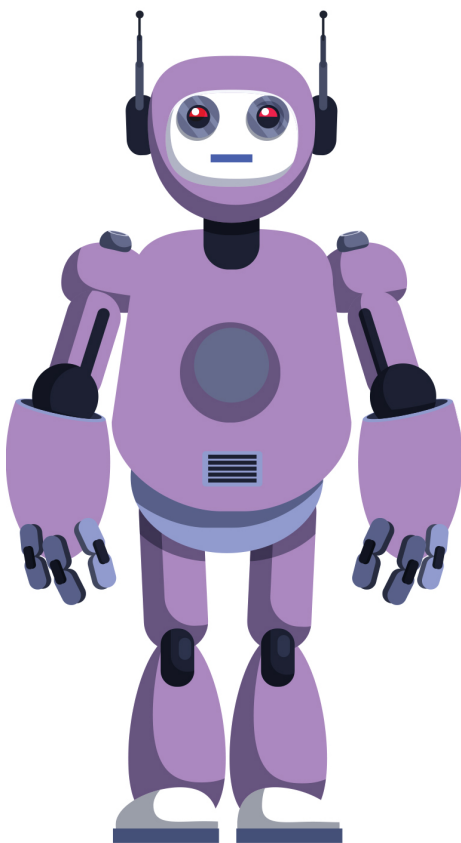
### I.3.1.1 Robot, pas robot ?

#### Propos

Aider l'élève à comprendre ce qui fait qu'une machine est un robot. Toutefois, la réponse à la question « Robot, pas robot ? » ne peut être une définition fermée, car elle doit prendre en compte un ensemble de caractéristiques techniques pour fonder la distinction entre une simple machine et un véritable robot.

#### Synopsis

L'élève se voit proposer des images de machines. Par une manipulation simple, il découvre pourquoi telle caractéristique semble permettre de le définir comme un robot, mais aussi pourquoi telle autre caractéristique manquante rend cette définition inadéquate. Des vignettes sonores accompagnent chaque image : une vignette d'appel et une vignette de réponse. L'ensemble des vignettes crée un joyeux brouhaha qui donne vie aux éléments graphiques et renforce l'attractivité du dispositif.



C-3PO et R2-D2, de la saga cinématographique *Star Wars*, correspondent à l'archétype de robots dans l'imaginaire cinématographique... mais en fait il s'agit d'humains déguisés. HAL 9000, le superordinateur de la saga des *Odysées de l'espace*, perçoit, raisonne, et commande le vaisseau spatial, mais ce n'est pas un « corps animé » donc, *a priori*, pas un robot. Les automates du XVIII<sup>e</sup> siècle exercent aux yeux du public la même fascination que les robots actuels (ils écrivent, jouent de la musique, etc.), mais en regard de la robotique actuelle, il leur manque la capacité de percevoir et de réagir à leur environnement. Ex. : automates de Jacquet-Droz.

Un bras de téléopération du CEA peut être défini comme un robot ou pas, selon qu'il est entièrement téléopéré ou qu'il réagit également à son environnement de manière autonome.

Dans quelle catégorie ranger les drones, les navettes automatiques des lignes 1 et 14 du métro de Paris, le robot humanoïde Nao, un lave-linge, un robot industriel, une voiture autonome, un robot de cuisine, une porte d'ascenseur ?

## I.3.2 Dessine-moi un robot

On introduit ici les fondamentaux de la robotique en s'appuyant sur la définition qui vient d'en être donnée à l'élève. Un robot se distingue ainsi des machines traditionnelles par la combinaison de plusieurs éléments :

- les mécanismes de transmission du mouvement. Ses différents moteurs lui confèrent ses degrés de liberté ;
- la présence de capteurs, qui lui permettent d'évaluer son état par rapport à son milieu ;
- le traitement numérique de l'information pour la planification et le contrôle de ses actions.

Les trois grandes fonctions de la robotique sont le déplacement, la manipulation et la communication.

### I.3.2.1 Naissance de la robotique. Un moment clé

#### Propos

L'imaginaire culturel porté par la science-fiction d'Isaac Asimov rencontre au milieu du XX<sup>e</sup> siècle le rêve d'ingénieurs comme Georges Devol et Joe Engelberger. Voulant construire une machine dotée d'un cerveau électronique et d'actionneurs pour la production industrielle, ils conçoivent le premier robot industriel reconnu : Unimate. Autour de ce moment clé, un fil culturel et historique de quelques autres moments marquants de l'histoire passée et récente est présenté.

#### Synopsis

Devol et Engelberg discutent ensemble à un cocktail de leur passion commune pour Asimov et l'idée leur vient de s'associer pour fabriquer un vrai robot. Cette anecdote est située au sein d'un « nuage » d'événements anciens et contemporains :



- Aristote donne une définition de la machine ;
- les moulins à vent hollandais sont les premières machines à interagir de façon autonome avec l'environnement ;
- Watt invente la régulation mécanique des machines à vapeur ;
- Karel Čapek invente le mot robot en 1920 ;
- Isaac Asimov invente le mot robotique dans sa nouvelle « Runaround » de 1942 ;
- la cybernétique développe la régulation numérique des machines (années 50) ;

- la robotique découle du croisement des machines mécaniques et de la cybernétique (années 60). Premier robot industriel, Unimate, de General Motors ;
- premier robot autonome, Shakey, Stanford ;
- développement de la robotique en deux branches : planification des mouvements et apprentissage automatique ;
- des pionniers de la robotique sont cités : George Devol, Joseph Engelberger, Charles Rosen, Hirochika Inoue, Rodney Brooks, Seiueemon Inaba et, en France, Jean Vertrut et Georges Giralt.

### **1.3.2.2**      **Le renard de Ducrocq**

#### **Propos**

Des précurseurs de la robotique mobile sont dévoilés et l'on s'amuse à comparer les propos d'Albert Ducrocq sur la robotique de son temps, symbolisée par son renard électronique, et la robotique contemporaine, représentée par Roomba, un robot aspirateur fabriqué par la société iRobot. Les propos de Ducrocq sont toujours d'actualité : Roomba descend bien de son renard.

#### **Synopsis**

Deux objets (le renard et un Roomba) sont présentés sous vitrine et associés au film de l'interview d'Albert Ducrocq. Un panneau graphique présente les travaux des précurseurs : les tortues de Grey Walter et les véhicules de Valentino Braitenberg.

### **1.3.2.3**      **De quoi est fait un robot ?**

#### **Propos**

Que trouve-t-on dans un robot ? Qu'ils soient des objets de recherche, de loisir ou des outils de production, les robots ont beaucoup de choses en commun : un ensemble de capteurs, des actionneurs et des effecteurs, une unité de calcul et une source d'énergie. De ce point de vue, l'aspirateur et l'humanoïde sont de la même famille.

#### **Synopsis**

Un robot humanoïde Pepper, développé par la société SoftBank Robotics, s'adresse aux visiteurs de manière collective pour expliquer le fonctionnement de trois robots : le robot de recherche Rabbit, le robot de service grand public Keecker... et lui-même. Il définit l'usage pour lequel chaque robot est conçu puis montre et explique les différents capteurs et actionneurs dont on l'a équipé. Il explique aussi son propre fonctionnement et l'organisation de ses composants. Il s'adresse au public via la synthèse vocale, sa tablette et ses postures corporelles.



### I.3.2.4a Éclaté de robot

#### Propos

Les interactions d'un robot avec son milieu sont le résultat de son programme, qui analyse les informations de son espace sensoriel (les capteurs) et « décide » des actions à coordonner.

#### Synopsis

Dans une « arène » fermée, avec quelques obstacles, les visiteurs peuvent faire interagir des robots Roomba. On peut soit démarrer un Roomba en mode nettoyage, soit le faire retourner à la base de recharge, soit envoyer un second Roomba dans la même arène. On pourra choisir le programme du Roomba et le laisser gérer une même situation avec plus ou moins de capteurs.

Pour mieux décoder le comportement du Roomba, son éclaté graphique est affiché en fond graphique ainsi que son algorithme en langage simple sous la forme de « si... alors... ». Une animation lumineuse de ce fond graphique évoque un fonctionnement synchronisé avec le Roomba en mouvement, qui puise dans cet algorithme les instructions déterminant son comportement.

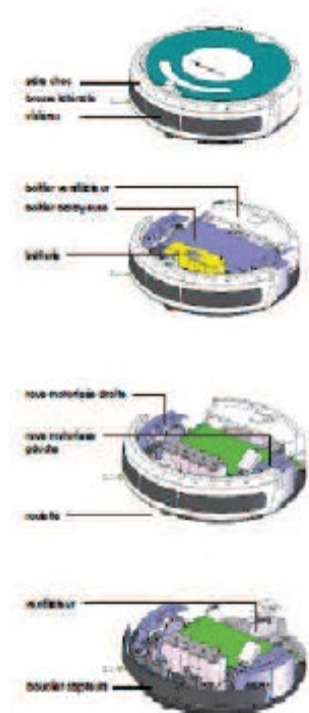
### I.3.2.4b Éclaté numérique

#### Propos

Déconstruire quelques robots pour voir tout ce qu'il faut implémenter pour les faire fonctionner et comprendre comment ils ont été conçus.

#### Synopsis

On présente plusieurs éclatés numériques de robots très différents et on montre dans le détail certains aspects fonctionnels tels que ce qui fait bouger (actionneurs, pièces de transmission, énergie apportée), ce qui fait réagir (fonctions de couplages entre actionneurs et capteurs) et ce qui limite les actions (contraintes selon actionneurs et moteurs).



### 1.3.2.5 Design ton robot selon son milieu... et inversement

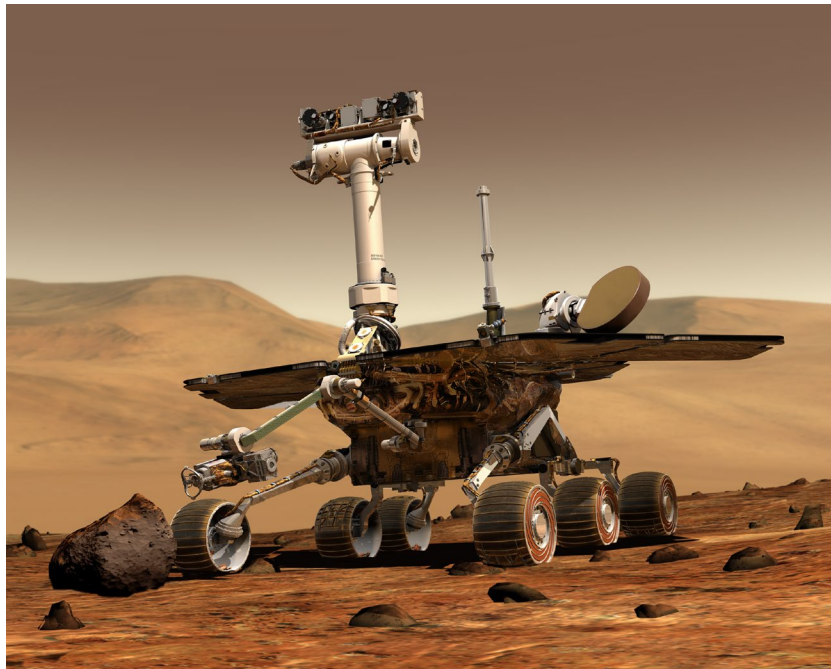
#### Propos

Les robots sont adaptés à des milieux spécifiques et ne peuvent accomplir que des tâches bien définies. L'ambition de faire des robots authentiquement polyvalents et qui pourraient s'adapter aux milieux ouverts est encore loin d'être réalisée concrètement, même s'il existe des projets en ce sens. En l'absence de robots capables de s'adapter sans difficulté aux milieux où ils sont censés fonctionner, la solution alternative consiste à adapter, quand c'est possible, le milieu où il va fonctionner.

#### Synopsis

L'élève manipule des représentations de différents matériels utiles ou nécessaires à la conception d'un robot qu'on lui a demandé d'assembler pour opérer une tâche particulière. Il assemble ces éléments (capteurs, actionneurs, programme, type de mobilité, etc.) Une fois qu'il a terminé, le dispositif muséographique traduit en images animées le robot conçu et le teste virtuellement dans le milieu où il doit réaliser sa tâche. S'il ne fonctionne pas parfaitement, le dispositif muséographique invite l'élève à compléter son assemblage pour mener à bien sa mission, ou encore propose un autre milieu, d'autres usages correspondant au robot assemblé.

Dans un second temps, on fournit à l'élève un robot et une mission. Cette fois, il doit adapter l'environnement à la mission de sorte que le robot puisse l'accomplir. A travers un jeu de « point & clic », l'élève sélectionne les éléments « perturbateurs » de l'environnement qui empêcheront le robot d'accomplir sa tâche et les élimine.



Crédit : NASA / JPL-Caltech.

### **I.3.2.6 Les capteurs**

#### **Propos**

Les capteurs définissent l'espace sensoriel du robot. Ils répondent au besoin de capter ou de mesurer des signaux de l'environnement ou de son propre corps. Pour répondre à tous les usages, il existe une grande diversité de capteurs, qui se caractérisent par un principe de détection, une bande passante, une précision, un signal de sortie...

#### **Synopsis**

L'espace est organisé en trois parties. Un fond graphique représentant des photos magnifiées de capteurs, un « banc de test » de type industriel où trois capteurs détectent des objets divers défilant sur un tapis roulant, et un banc de test où six capteurs communs des robots de service détectent les visiteurs. Les signaux sont affichés en temps réel sur des écrans à hauteur du regard. Chaque capteur est accompagné d'un visuel et d'un cartel explicatif.

### **I.3.2.7a Les préhenseurs**

#### **Propos**

Les robots peuvent être équipés de préhenseurs pour saisir des objets, les manipuler, les assembler, les déplacer, les collecter... De nombreux préhenseurs sont imaginés selon les objets à saisir et les tâches à accomplir : pinces à deux doigts jusqu'à cinq doigts, ventouses, électro-aimants, tentacules... Aujourd'hui, précision et rapidité sont impressionnantes et permettent une adaptation à la majorité des tâches industrielles spécialisées. Les recherches en robotique molle visent au contraire la polyvalence : manipuler des objets de formes et textures différentes, voire des objets fragiles.

#### **Synopsis**

Les élèves doivent tenter d'attraper des objets divers avec trois robots différents équipés de préhenseurs différents. De neuf à seize objets sont disposés dans des cases sous chaque robot, certains peuvent être saisis avec le préhenseur, d'autres non, selon leur taille, leur poids, leur texture et leurs propriétés magnétiques. Les élèves doivent déterminer pour quels objets leur préhenseur est optimisé. On peut déplacer les préhenseurs dans un système de coordonnées cartésiennes pour se situer au-dessus d'un objet, puis on déclenche l'action de saisie. Trois robots sont disponibles :

- un modèle Fanuc M-1iA/0.5A ;
- un modèle Fanuc Scara SR-3iA ;
- un modèle Fanuc LR Mate 200iD/4SH.

Trois préhenseurs sont à choisir parmi une pince parallèle à deux ou trois doigts, une pince molle à trois ou quatre doigts, un système pneumatique à ventouse et un électro-aimant.

### I.3.2.7b Une main robotique



#### Propos

La main est un préhenseur versatile et précis mais très difficile à reproduire. L'entreprise allemande Schunk a développé une main robotique bio-inspirée destinée à la recherche, avec vingt articulations et neuf moteurs... Constituera-t-elle une source d'inspiration pour les préhenseurs du futur ?

#### Synopsis

Un modèle de main SCH est présenté sous une cloche. Il s'active lorsqu'un élève déclenche le capteur de présence et réalise différents gestes.

### I.3.2.8 Robotique en temps réel

#### Propos

Un système robotique fonctionne selon une boucle captation-décision-action. La fonction de décision peut être modifiée pour assigner des tâches différentes à un même robot, ce qui confère à la machine une certaine polyvalence.

#### Synopsis

Les élèves se trouvent face à un bras articulé muni d'un outil pour rattraper ou renvoyer une balle. Ils choisissent d'abord la fonction assignée au robot, parmi les trois fonctions disponibles. Ils lancent alors une balle colorée via un système de propulsion mécanique simple et observent le résultat.

Les trois fonctions du robot sont :

- catching. Le robot rattrape la balle dans un réceptacle, avec un mouvement d'amortissement ;
- tennis. Il renvoie la balle d'un coup droit ou d'un revers ;
- balle au prisonnier. Il esquive la balle ou l'attrape s'il le peut.

Un audiovisuel décompose la boucle captation-décision-action : ce que perçoit le robot, la trajectoire calculée de la balle et les mouvements planifiés du robot.



### I.3.2.9 Les degrés de liberté

#### Propos

Les degrés de liberté déterminent l'espace géométrique dans lequel évolue le robot. Le bras humain dispose de sept degrés de liberté, sans lesquels certaines tâches comme se gratter le dos ou jouer au babyfoot seraient impossibles. En robotique, chaque degré de liberté a été pensé par les designers en fonction des tâches à réaliser. Qui dit degré de liberté dit aussi degré de contrainte : les limites en amplitude des articulations doivent être prises en compte.

#### Synopsis

Face à un tutoriel audiovisuel, les élèves, assis, sont invités à s'interroger sur les degrés de liberté de leur bras et à réaliser des mouvements pour les tester. Un parallèle est fait avec des exemples de robots, tels que le bras articulé et le robot serpent. Un support ergonomique invite à poser le bras, voire à limiter certains mouvements du bras afin d'illustrer ses contraintes en mouvement.



### I.3.2.10 L'espace des configurations

#### Propos

L'espace des configurations est un espace abstrait qui représente l'ensemble des positions que peut prendre le robot. Il permet de résoudre des problèmes de planification de mouvement, comme trouver les chemins qui permettent de déplacer l'extrémité d'un bras articulé.

#### Synopsis

Un multimédia interactif propose d'abord un problème dans un espace des configurations à trois dimensions, pour extrapoler ensuite, à partir de robots réels, à des cas où le nombre de dimensions est supérieur ou égal à quatre.

### I.3.3 Au labo les robots

C'est ici qu'est présentée la problématique du changement de paradigme : le relâchement maîtrisé du contrôle que nous exerçons sur les machines. Dans la robotique industrielle, le robot est programmé et contrôlé au niveau du mouvement à effectuer. Le robot aspirateur disponible sur le marché ne nécessite pas une telle programmation. Il est « autonome » en ce sens que l'utilisateur n'a pas à définir la trajectoire à suivre ; non seulement il la calcule automatiquement en fonction du lieu, mais il est capable de regagner son poste d'alimentation quand ses batteries sont déchargées. Le robot gagne ainsi en flexibilité, la tâche peut être aisément programmée, voire exprimée de façon orale. Derrière les exploits de nombreux robots, il y a une quantité considérable de travail humain, de recherche, d'imagination, de moyens techniques et financiers, de complexité, d'échecs et de réussites.

#### I.3.3.1 Les sources d'inspiration de la robotique

##### Propos

L'humain est difficile à imiter tant en mobilité qu'en perception et communication. Le robot humanoïde « utile » est pour l'heure essentiellement un robot de recherche. L'androïde n'est qu'une des figures possibles de la robotique de demain. Il pourrait rester marginal contrairement aux représentations de la science-fiction.

Le développement de la robotique est abordé ici à travers les axes de recherches sur la planification de mouvements et l'apprentissage automatique. Il s'exprime dans des dispositifs expérimentaux plus ou moins spectaculaires (comme les robots de Boston Dynamics), quand d'autres demeurent plus discrets tels Pyrène (fruit d'une collaboration entre les roboticiens du Laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes LAAS-CNRS et le fabricant espagnol PAL Robotics), le robot humanoïde japonais HRP2 et Poppy (Inria, Institut national de recherche en informatique et en automatique).



##### Synopsis

L'élève fait une entrée virtuelle dans les laboratoires de recherche du LAAS-CNRS de Toulouse et de l'Inria de Bordeaux. C'est ainsi qu'il peut visualiser à l'échelle 1 dans une vidéo projection les déplacements du robot autonome Pyrène ou bien voir dans une vignette quelques exploits des robots de Boston Dynamics.

Par ailleurs, il peut également contempler la maquette d'une expérience de l'Inria à laquelle est associée une vidéo d'explication, et apprendre ainsi comment le robot Poppy est capable d'apprendre de façon automatique à accomplir une certaine tâche.

### I.3.3.2 Le robot, un instrument scientifique

#### Propos

Un robot d'exploration scientifique peut être aujourd'hui l'équivalent d'un microscope ou d'une lunette astronomique d'hier. Un robot est en effet capable d'aller dans des environnements inaccessibles à l'homme et à ses autres outils d'exploration.

#### Synopsis

On présente quelques robots indispensables comme outils d'exploration scientifique et leur environnement : robots sous-marin (ROBIN pour ROBot d'Inspection du Nautilé, un système téléopéré depuis l'intérieur du célèbre sous-marin de poche Nautilé, qui permet d'élargir son champ d'action là où le sous-marin habité ne peut pas accéder), robots martiens (l'astromobile Curiosity et celui, en phase de test, de la mission Mars 2020), robots d'exploration physiologique (Millirobot), robots vulcanologiques (les VolcanoBots du Jet Propulsion Laboratory) et robots archéologiques (ScanPyramids, une mission Inria/CNRS et Ocean One, un robot humanoïde pour l'archéologie sous-marine).



### I.3.3.3 La meilleure façon de marcher

#### Propos

La marche bipède est un sujet très complexe et un défi pour les roboticiens. On peut mettre en avant deux approches qui ont obtenu des résultats différents :

- une approche phénoménologique : elle s'appuie sur une modélisation géométrique du robot et de l'environnement, auxquels se réfère le robot pour planifier ses mouvements avant de bouger réellement. Asimo (Honda Motor), Nao (SoftBank Robotics) et HRP2 en sont des exemples ;
- une approche comportementaliste : elle est bio-inspirée et considère que le comportement intelligent émerge des interactions de la machine avec son milieu. Les algorithmes d'apprentissage constituent l'un des outils qui ont permis son développement. Poppy et Acroban (Inria) en sont des exemples.

#### Synopsis

Deux films illustrent les deux écoles de recherche : l'un présente Nao descendant une pente, l'autre présente Poppy apprenant à marcher. L'élève choisit sa langue, ce qui déclenche un mécanisme constitué d'un marcheur dynamique passif descendant une pente, qui en fin de course va activer le 1<sup>er</sup> film. A la fin du film, le marcheur descend vers le 2<sup>nd</sup> écran pour lancer la lecture du second film. Un Nao sous vitrine, en position de marche, illustre la marche quasi-statique.

### **I.3.3.4**      **Essaim de robots : les Kilobots**

#### **Propos**

Les comportements collectifs de certains animaux (fourmis, étourneaux, bactéries...) inspirent les chercheurs sur la collaboration entre robots. Ils élaborent des groupes de petits robots simples qui, ensemble, acquièrent des propriétés suffisantes pour accomplir une tâche complexe.

#### **Synopsis**

Il s'agit de la reconstitution d'une expérience de laboratoire menée avec des Kilobots, des robots mobiles de la taille d'une pièce de monnaie qui s'auto-organisent pour former une silhouette programmée. Sur une table protégée sous verre sont présentés 10 à 100 exemplaires de Kilobots. Un écran diffuse les images d'une expérience réelle impliquant des Kilobots, filmée en vue zénithale, auxquelles sont ajoutées des images de comportement en essaim d'animaux et d'autres robots tels que des drones ou une flotte de robots manutentionnaires de type Kiva.

### **I.3.3.5**      **Le *perspective-taking***

#### **Propos**

Le *perspective-taking* est une composante de la théorie de l'esprit. Comment peut-on inculquer des formes de représentation sophistiquées de son environnement à un robot ? Il s'agit, par exemple, de représentations de son corps et de ses mouvements dans un environnement, de la représentation du corps et des mouvements de l'autre, de la mise en perspective de ces représentations et de ces mouvements entre eux afin que le robot réalise une tâche au service de l'autre.

#### **Synopsis**

Un robot doit guider un être humain dans la réalisation d'une tâche particulière. Pour cela, il doit raisonner sur ce qu'il voit autour de lui à partir des informations fournies par ses capteurs. Il doit également prendre en compte ce qu'il sait déjà du milieu dans lequel il doit agir et aussi de ce qu'il sait de l'autre, l'humain, auquel il doit servir de guide.

### **I.3.3.6**      **Interactions homme-robot : la cobotique**

#### **Propos**

La robotique collaborative, ou cobotique, a pour objectif de réaliser des robots capables de d'assister l'humain dans ses tâches. L'humain conserve l'analyse et la prise de décision tandis que le robot apporte la précision (robot télé-opéré en chirurgie, prothèse), la répétition (co-manipulation en milieu industriel) ou la puissance (exosquelette). L'interface humain-robot doit être avant tout ergonomique, capable de détecter les intentions de l'humain et d'accompagner ses gestes sans le blesser. De façon similaire, un véhicule autonome doit laisser la main au conducteur lorsque celui-ci prend les commandes.



## Synopsis

L'élève pilote un bras articulé Fanuc CR-7iA via une interface composée d'un joystick et de deux boutons. Il est invité à assembler des pièces de type « cubes de bois » sur une tige à section carrée afin de composer un robot jouet. Les pièces sont rangées en vrac dans des bacs : jambes, torse, tête et bras. Il indique la pièce à saisir en déplaçant le robot au-dessus du bac, le robot en saisit une seule de façon orientée, puis la place sur la tige en respectant son orientation.

Le robot apporte ses compétences en collaboration : il comprend l'intention du visiteur lorsqu'il se rapproche d'un bac et saisit la pièce demandée. Il choisit de façon autonome la pièce à piocher dans le vrac. Il positionne de façon autonome la pièce sur la tige à la tige en respectant l'alignement et l'orientation, de façon à faire glisser la pièce sans l'abimer. De même pour les bras, qui doivent être placés latéralement sur le torse. Enfin il assure le bon suivi du protocole et demande confirmation à l'élève en brandissant des panneaux du type « Êtes-vous sûr ? » ou « C'est fini ? On peut tout casser ? » auquel l'élève répond par oui ou par non via les boutons.

### I.3.3.7 Interactions « émotionnelles »

#### Propos

L'homme et le robot partagent le même monde. Quels usages imaginer pour des robots ayant la capacité d'exprimer des émotions et celle de percevoir les émotions exprimées par les autres ? Les roboticiens ont fait des progrès importants ces dernières années, en particulier grâce aux avancées dans le domaine de l'apprentissage profond, pour capter et interpréter les signaux comportementaux et verbaux qui témoignent de l'état émotionnel d'un interlocuteur.





### Synopsis

L'élève est assis devant la tête chapeautée du robot amateur d'art Berenson, animée de mouvements des yeux et de la bouche. Un écran situé légèrement sous le niveau de la tête montre qu'il perçoit l'élève et analyse ses expressions faciales.

Il y réagit spontanément tous les dixièmes de seconde et un dialogue d'expressions s'installe. Afin d'illustrer le « social referencing », des objets factices (images imprimées détournées) sont mis à disposition de l'élève, qui est invité à les présenter devant la loupe factice de Berenson. N'importe quel autre objet porté par le visiteur peut aussi être présenté. L'écran affiche l'image de l'objet, l'expression du visiteur ainsi que son réseau de neurones où l'on voit quelle émotion il associe à l'objet. La consigne précise que Berenson apprend en permanence à partir des expressions faciales des visiteurs. Un texte précise le principe du « social referencing ».

### I.3.3.8 HRP2

#### Propos

Il s'agit de présenter un modèle de robot HRP2 non actif.

#### Synopsis

Présentation d'un HRP2, objet témoin du patrimoine de la recherche scientifique en matière de robotique depuis plus de 20 ans.



## I.3.4 Vivre avec les robots ?

De nombreuses questions économiques, sociétales, éthiques ou culturelles se posent déjà à nous du fait des progrès de la robotique. Le gain en autonomie (ou délégation de contrôle) des nouveaux robots leur ouvre de nouvelles possibilités : partager l'espace humain, voire le corps humain, collaborer entre robots, avoir une présence émotionnelle, nous rendre service au quotidien et, de là, se rendre indispensables.

Si cette évolution ouvre de grandes perspectives de collaboration entre robots et humains, elle avive aussi les craintes relatives aux « machines prenant le contrôle » de l'humanité. Qu'en est-il réellement ?

### I.3.4.1 Les robots : présence et usages

#### Propos

Dans l'industrie depuis le début des années 1960, les robots soulagent l'homme de tâches pénibles, dangereuses ou ennuyeuses. Cela explique en partie la progression dans le monde de la robotisation, mais d'autres logiques participent aussi de ce développement : gain de productivité, lobbying, etc.

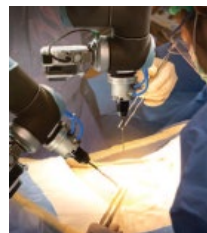
Au-delà de l'industrie la robotique touche de plus en plus de domaines : médecine, loisirs, éducation, transports, service, défense, exploration, sexualité, agriculture, arts, etc. C'est ainsi que les robots se libèrent des chaînes de l'usine et viennent cohabiter avec nous, les hommes, dans l'espace public autant que dans l'espace privé. Cette présence grandissante des robots dans notre monde physique ne sera pas sans conséquence sur la transformation de nos milieux de vie ainsi que de nos comportements.

C'est ici l'occasion de présenter la robotique déjà bien installée dans certaines de nos activités et de se projeter vers celle encore exploratoire qui pourrait un jour prochain se mêler à nos vies.

#### Synopsis

C'est un spectacle audiovisuel et robotique. Les écrans sont tenus par des bras robotiques et mis en mouvement par eux. Le show combine des mouvements d'écrans et des séquences audiovisuelles.

Le spectacle introduit le thème général de la robotique dans le monde d'aujourd'hui : quels robots, pourquoi faire et où ? Il donne ensuite à l'élève l'occasion d'explorer plus en détail quelques sujets : robotique industrielle, robotique d'extérieur (drones, agriculture, sous-marins), robots médicaux, robots domestiques, robots smart city (voitures autonomes, drones livreurs), robots humanoïdes, robots pour le commerce de détail, art et créativité robotique, bricolage robotique, etc.



### 1.3.4.2 Les robots : des questions en tout genre

#### Propos

On s'intéresse ici à la problématisation de la robotique dans le champ sociétal : société, économie, travail, innovation, droit, philosophie, etc. De nombreuses questions se posent aux hommes face au « déferlement » des robots dans l'ensemble des domaines d'activités publiques et privées.

#### Synopsis

Autour d'une arène dans laquelle se déplacent des robots Keeckers, l'élève choisit une question via un écran tactile. Un robot Keecker s'approche alors de lui, projette sur un écran une vidéo et diffuse le commentaire sonore par ses enceintes. Présentées par des comédiens sur le modèle Youtube, les réponses aux questions ont été élaborées par des spécialistes.

Trois écrans interactifs permettent aux élèves de poser les questions. Trois Keeckers peuvent répondre simultanément. Les écrans portent chacun une partie des questions afin d'inciter l'élève à se déplacer autour de l'arène et de faire ainsi se déplacer davantage les Keeckers.

Voici la liste des questions : pourquoi fabrique-t-on des robots humanoïdes ? Pourquoi les robots nous fascinent-ils ? Les robots pensent-ils ? Les robots peuvent-ils me remplacer ? Les robots sont-ils une menace pour l'humanité ? Comment les robots vont-ils transformer la société ? Les robots sont-ils vraiment autonomes ? Les robots sont-ils une nouvelle espèce entre homme et animal ? Les robots doivent-ils avoir des droits ? Quelle différence entre intelligence artificielle et robotique ?

### 1.3.4.3 Les moteurs du développement

#### Propos

Présentations des évolutions de la robotique à travers le monde.

#### Synopsis

Sous des formes graphiques diverses (« data visualisation », cartes, frises chronologiques), on trouve des informations sur la robotique mondiale. Une chronologie montre l'évolution des robots de l'invention du mot par Karel Čapek à nos jours.

Une typologie présente les grandes familles de robots (service, industrie, extérieur, etc.) et une carte situe les pôles majeurs de la robotique en terme de vente, fabrication et de centres de recherche (Asie, Europe et Amérique). Enfin, un zoom sur l'Europe et la France indique les tendances de ce pôle.



#### **I.3.4.4      Simulateur de véhicule autonome**

##### **Propos**

Les véhicules autonomes sont aussi des robots dans la mesure où ils réagissent à leur environnement et contrôlent les mouvements du véhicule. Ils illustrent la question de l'autonomie : quels degrés d'autonomie accorde-t-on au véhicule et à l'humain pour gérer des situations potentiellement dangereuses dans des milieux imprévisibles ? Jusqu'où sommes-nous prêts à confier nos vies à des robots ? L'enjeu de sécurité se traduit aussi par la multiplication des systèmes de détection (caméra, lidar, capteurs de proximité, GPS, accéléromètre...) dont il faut fusionner les signaux en temps réel.

##### **Synopsis**

L'élève s'assoit et prend le rôle du conducteur/passager : il choisit sa destination et se laisse conduire. Un autre élève déclenche des imprévus sur le trajet : trafic, accident, intempéries, dévoiement, etc. que le véhicule doit gérer de façon autonome. Les systèmes de détection et d'analyse sont affichés en temps réel sur l'écran du passager.

### **I.3.5 Le salon robotique**

Cette cinquième partie de l'exposition offre aux élèves une conclusion personnalisée de leur visite et en même temps leur propose des ressources complémentaires pour poursuivre leur découverte de la robotique en dehors de l'espace de la Cité des sciences et de l'industrie.

#### **I.3.5.1      Que suis-je pour vous ?**

##### **Propos**

Il s'agit ici d'interroger l'élève sur ses représentations de la robotique et sur le degré d'acceptabilité psychologique et sociale qui en découle pour lui. Cette « enquête » a pour objet de l'aider à prendre conscience pour lui-même des rapports conscients et inconscients qu'il peut entretenir avec ces étranges machines que sont les robots et auxquels il va désormais se voir de plus en plus concrètement confronté.



### Synopsis

Un objet « totem » représente « l'esprit robot », cet « esprit imaginaire et scientifique » qui connote toutes les formes et usages de la robotique. Ce « totem » est un objet d'accroche pour la curiosité de l'élève. On y trouve deux stations multimédia avec un questionnaire d'une dizaine de questions en arborescence qui situe l'élève par rapport aux autres visiteurs de l'exposition ayant répondu à ce questionnaire et qui dessine aussi *in fine* le portrait-robot du robot idéal du visiteur.

Ces questions l'interrogent à la fois sur son acceptabilité sociale de la robotique et son acceptabilité psychologique : désirs, répulsions, indifférence.

Exemples de questions : aimeriez-vous interagir avec un robot à l'école, chez vous, dans l'espace public ? Si c'est chez vous, pour quoi faire ? Si c'est à l'école, pour être votre assistant ? Quel service public voudriez-vous voir robotisé ? Quel rapport aimeriez-vous avoir avec votre robot : compagnon, ami, assistant, etc. ? Accepteriez-vous qu'on vous opère avec un robot ? Quelle partie de votre corps accepteriez-vous de robotiser : membres, cœur, autres ? Quelle physionomie doit avoir un robot : humanoïde, non humanoïde ?

Par ailleurs, pour récompenser le temps passé sur l'enquête, l'élève peut récupérer un dossier documentaire qui lui permettra de poursuivre sa quête d'informations sur la robotique en dehors de l'exposition.

Cette enquête pourrait par ailleurs fournir des données (anonymes) à des chercheurs qui s'intéressent à ces questions de représentations et d'acceptabilités.

## I.3.5.2 Autour de la robotique

### Propos

On présente ici un dispositif muséographique traitant de l'actualité de la robotique et des activités sociales autour de la robotique : actualités, métiers de la robotique, culture, loisirs.

### Synopsis

Un robot Nao, mascotte du lieu, accueille l'élève et lui explique ce qu'il trouvera dans ce salon (qui inclut également le dispositif « Que suis-je pour vous ? »).

Le salon est composé d'une zone d'assises et de lutrins de consultation comportant diverses activités :

- un jeu graphique « Trouver les robots » dans l'esprit de « Trouver Charlie » ;
- une composition graphique traitant des loisirs robotiques (incrustant un petit écran pour diffuser en boucle des images d'activité et de réalisations diverses et variées) ;
- une composition graphique restituant les métiers de la robotique et les formations à suivre ;
- un dispositif graphique interactif citant quelques ouvrages de référence culturelle (littératures, films, jeu vidéo, science) sous la forme de jaquettes (livres, DVD, ...) que l'on peut retourner pour lire la 4<sup>e</sup> de couverture ;
- un écran de diffusion de l'actualité de la robotique traitée via l'application Netvibes de Dassault Systems.

### I.3.4 Trobo, l'œuvre

TROBO, l'installation robotique commandée au chorégraphe et plasticien Aurélien Bory, vient compléter la proposition muséographique.

Deux robots industriels tentent de mettre dans l'ordre de grandes lettres composant le mot ROBOT en saisissant les lettres et en les déplaçant. Cette opération passera par différents mots comme BROOT, ORBOT, RBTOO et donnera lieu à des équilibres improbables, des inversions et des superpositions de pièces.

Les deux robots tout à leur tâche collaboreront ou au contraire s'opposeront, par des actions impressionnantes et burlesques. Une chorégraphie où, à la grande précision des machines, s'opposeront l'imperfection, l'approximation, le non-sens... Au-delà de l'aspect ludique de l'installation, la chorégraphie joue avec une technologie en pleine recherche de son identité, cherchant soit à se rapprocher du comportement humain, soit au contraire à s'en éloigner le plus possible en augmentant les performances et les capacités.



## II Ressources

### II.1 Médiation à la Cité des sciences et de l'industrie

#### Atelier scientifique *Construisez votre propre robot !*

**Capacité d'accueil** : 30 élèves

**Public** : À partir de la 4<sup>e</sup>

**Durée** : 2 h 30

#### **Objectifs**

- Rencontre avec des étudiants ingénieurs de l'école des Mines
- Construire un mini robot pilotable
- Initiation à la programmation

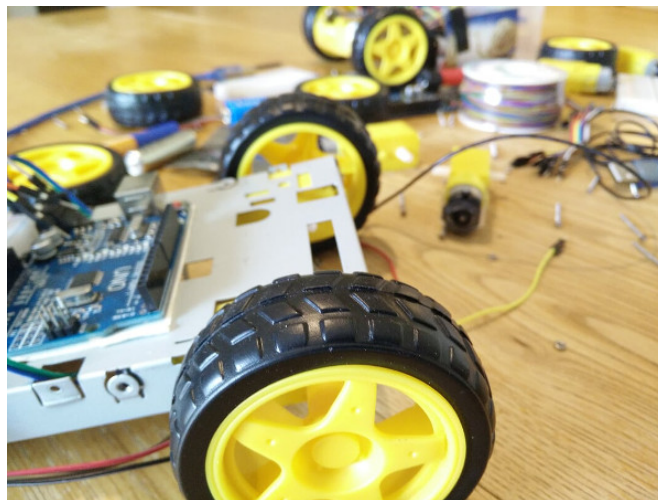
#### **Notions abordées**

- Physique : pendule inversé, notion d'équilibre stable et instable
- Science de l'ingénieur : fonctionnement d'un moteur électrique
- Informatique
- Interface électronique

#### **Déroulement**

Au cours de l'atelier, les élèves pourront réaliser les étapes de construction d'un gyropode Segway miniature : fabrication de la structure avec des imprimantes 3D, choix des capteurs à placer pour rester stable et initiation à la programmation informatique avec Arduino. Invention, programmation, fabrication !

**Intervenants** : étudiants-ingénieurs en 2<sup>e</sup> année à l'école des Mines de Paris.





## ✚ Ateliers et événements

À titre personnel, vos élèves ou vous pouvez participer à un atelier (*À la découverte de la robotique*), à des « ateliers sans parents » (*Des capteurs sur ton robot pour éviter les collisions, Robot grenouille party, Découvre le robot Milo, Maîtrise le robot EV3 Mindstorms et Un dauphin à apprivoiser*) et à des événements (*RoboCupJunior, Des robots à la biblio !*) dont vous trouverez le descriptif [ici](#).

## II.2 Médiation au Palais de la découverte

Les médiateurs du nouvel espace permanent *Informatique et sciences du numérique* du Palais de la découverte proposent deux activités qui pourront être mises à profit par vos élèves. Une description de cet espace est disponible [ici](#).

### ✚ Exposé « Un robot, comment ça robotte ? »

Accessible à partir de la classe de 3<sup>e</sup>.

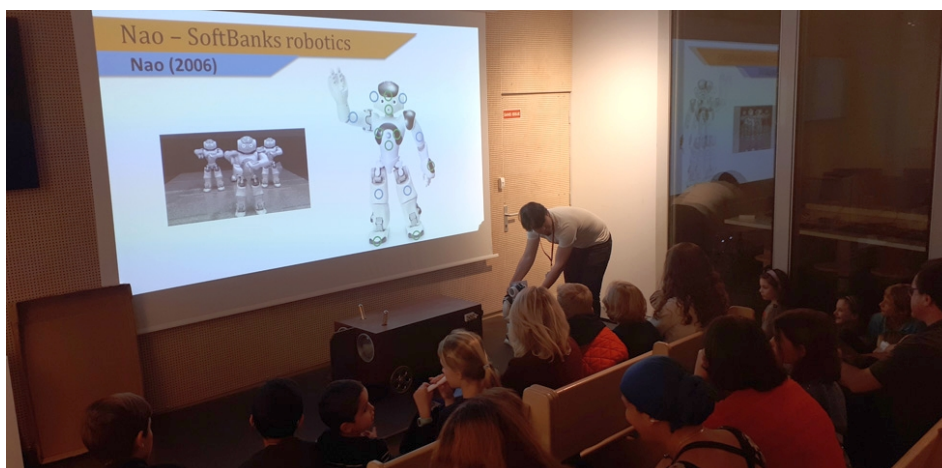
On y découvrira l'histoire des robots, de leur programmation pour effectuer une tâche en apparence simple, comme se déplacer, jusqu'aux dernières innovations comme les robots mous ou les robots en essaim...

*En partenariat avec SoftBank Robotics Europe.*

### ✚ Atelier « Robot Thymio »

Accessible à partir de la classe de CM2. Seize personnes au maximum, sur réservation pour les groupes scolaires.

Comment programmer un robot pour lui faire suivre une main, éviter un objet ou quitter une pièce ? C'est ce que nous découvrirons grâce au robot éducatif Thymio (un robot pour deux élèves) et son langage graphique décrivant ses capteurs et les actions qu'il peut entreprendre.



## II.3 Dossier en ligne

La bibliothèque de la Cité des sciences et de l'industrie propose un dossier en ligne très complet intitulé [Des robots pour tout, des robots pour tous ?](#) Les éléments de cette partie proviennent directement de ce dossier.

**Propos** : les robots industriels sont apparus dans les années 1960 dans le secteur automobile et depuis, leur nombre s'est multiplié de façon vertigineuse. Les techniques de la robotique suscitent un intérêt grandissant, notamment dans le domaine médical. Mais le recours aux robots se multiplie également pour l'exploration en milieux difficiles : exploration des planètes, des fonds marins, des zones irradiées ou à déminer... Le développement de la robotique dans les sociétés modernes présente-t-il un danger pour l'homme ? Quels robots ? Pour quels usages ? Faisons le point sur l'évolution des robots et des hommes qui vivent en leur compagnie.

Le dossier vous propose :

- [quatre notions pour comprendre](#) (de la fiction à la réalité : naissance des robots. Qu'est-ce qu'un robot ? L'avenir, la recherche. La sécurité, l'éthique) ;
- un descriptif des [applications](#) dans lesquelles les robots interviennent (robotique médicale. Robot industriel. Robots d'exploration, de surveillance et robots militaires. Robot de service domestique, robot compagnon-assistant. Robot jouet, robot gadget) ;
- des [portraits](#) de robots (ASIMO, Da Vinci, Geminoid, Ibn Sina, iCub, Nao, R2-D2, Roomba, AIBO) ;
- des ressources bibliographiques et sitographiques que nous reprenons maintenant pour en faciliter la lecture.

## II.4 Vidéos et conférences

La Cité des sciences et de l'industrie et le Palais de la découverte lancent le blob (<https://leblob.fr/>), un nouveau média numérique de culture scientifique, gratuit et sans publicité.

Ce média se décline en un site web intégrant une plateforme de plusieurs milliers de vidéos en accès libre, une chaîne YouTube et des comptes Facebook, Twitter et Instagram.

L'offre originale de ce nouveau média : une nouvelle vidéo à la une chaque jour, un fonds VOD en accès libre, un fil d'actualité scientifique quotidien et des enquêtes mensuelles sur les grands sujets contemporains.

Sur le blob, vous trouverez de nombreuses vidéos sur les robots industriels, les robots citoyens, les robots d'exploration, les androïdes, les engins de guerre télécommandés et de nombreux témoignages. Vous pouvez débuter votre exploration [ici](#).

Les cours en ligne de Jean-Paul Laumond à la chaire de robotique du Collège de France (en anglais) sont disponibles [là](#).

Sachez enfin qu'une série de conférences sur la robotique sera programmée dès le premier semestre 2020 à la Cité des sciences et de l'industrie.

## II.5 Les éditions

Pour accompagner l'exposition, les éditions de la Cité des sciences et de l'industrie propose un album illustré enrichi de vidéos, accessibles gratuitement en flashant les QR codes présentés au fil des pages.

Qu'est-ce qu'un robot ? Comment fonctionne-t-il ? Quels sont les progrès de la recherche, les défis à relever, mais aussi les enjeux économiques et sociaux de la robotique au XXI<sup>e</sup> siècle ?

Aujourd'hui, alors que les robots investissent nos espaces publics et privés, il semble fondamental de comprendre leurs capacités techniques, de mieux cerner ce qu'ils peuvent nous apporter et d'en maîtriser les usages. En effet, les robots fascinent, mais nos représentations, issues de la littérature et du cinéma, relèvent souvent de l'imaginaire...

### Les auteurs

**Jean-Paul Laumond** est roboticien, directeur de recherche au CNRS, membre de l'Académie des sciences et de l'Académie des technologies.

**Denis Vidal** est anthropologue, directeur de recherche à l'Institut de recherche pour le développement (IRD), enseignant associé : université de Paris, École des hautes études en sciences sociales (EHESS), musée du quai Branly, UCL (Louvain-la-Neuve). Il est notamment l'auteur de *Aux frontières de l'humain. Dieux, figures de cire, robots et autres artefacts*.

### L'illustratrice

**Anne-Lise Boutin** est illustratrice pour la presse (*Libération, Le Monde, The Guardian, The New York Times*) et pour l'édition jeunesse et adulte. Ses illustrations à l'encre, en papiers découpés ou numériques, s'inspirent des arts populaires, comme les calaveras mexicaines, du merveilleux et de l'étrange.

48 pages, 9,95 €      Édition bilingue



## II.6 Sitographie

### **RobotBlog**

<http://www.robotblog.fr/>

Le site des robots, de la robotique, des exosquelettes et de leur actualité.

### **Robot-maker.com**

<https://www.robot-maker.com/>

Un site à l'usage des passionnés qui aiment mettre la main à la pâte et qui trouveront là des tutoriaux, des schémas, etc.

### **Le siècle des robots**

<https://lejournel.cnrs.fr/dossiers/le-siecle-des-robots>

Les robots seront-ils les vedettes du XXI<sup>e</sup> siècle ? Tour d'horizon de ces machines toujours plus autonomes et interactives. Un dossier joliment illustré du journal du CNRS en ligne.

### **Automates intelligents**

<https://www.automatesintelligents.com/>

Réalisé par Jean-Paul Basquiat et Christophe Jaquemin du groupe FT Press, ce site extrêmement riche a pour ambition de vulgariser les travaux et réflexions des sciences et techniques dans le domaine des automates intelligents et de les replacer sur le plan politique et philosophique avec un grand nombre d'articles sur le sujet, assortis d'un maximum de références et de liens.

### **International Federation of Robotics**

<https://ifr.org/>

La Fédération internationale de la robotique, ou International Federation of Robotics, souvent abrégé en IFR, est une organisation à but non lucratif créée en 1987 dont le but est de promouvoir la robotique.

### **Robotique**

<https://interstices.info/domaine/robotique/>

Un dossier grand public proposé par Interstices (site de culture scientifique, créé par des chercheurs pour rendre accessibles à un large public les sciences et technologies de l'information et de la communication).

### **SoftBank Robotics**

<https://www.softbankrobotics.com/emea/fr>

Créée en 2005, SoftBank Robotics (anciennement Aldebaran Robotics) est la première entreprise française de robotique humanoïde. Nao fut présenté en 2006 et était alors considéré comme le robot humanoïde le plus sophistiqué au monde.

### **ISIR**

<http://www.isir.upmc.fr/>

L'Institut des systèmes intelligents et de robotique (ISIR) est un laboratoire de recherche qui propose sur son site une documentation importante sur son activité de recherche, des liens vers les pôles de recherche avec lesquels il est associé, des supports de communications, des chiffres clés, des vidéos...

### **Inria**

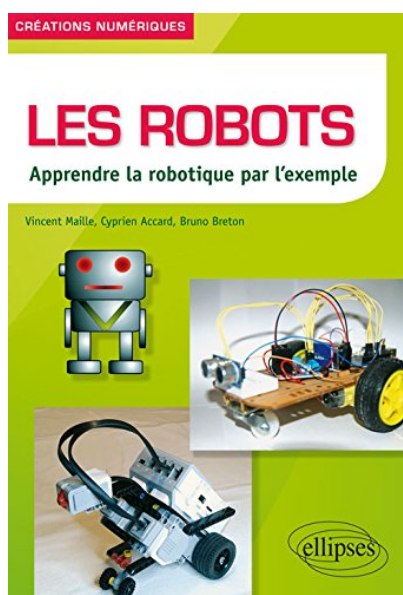
<https://www.inria.fr/>

L'Institut national de recherche en informatique et en automatique (Inria) propose sur son site diverses informations pointues relatives à son activité de recherche, à son actualité, mais aussi de la "science pour tous" dans une rubrique spécifique avec des contenus pédagogiques et multimédias.

## II.7 Bibliographie

Vincent Maille, Cyprien Accard, Bruno Breton, *Les robots. Apprendre la robotique par l'exemple*, éd. Ellipses, 2016.

Présentation de l'éditeur : « L'initiation à la robotique est de plus en plus présente dans les programmes scolaires que ce soit en collège avec l'introduction du codage, ou dans des projets EPI (Enseignements Pratiques Interdisciplinaires), ou bien au lycée avec le développement de la spécialité ISN (Informatique et Sciences du Numérique) et l'enseignement d'exploration ICN (Informatique et Création Numérique). Grâce à une démarche progressive, pédagogique et surtout ludique, les auteurs vous initient aux premiers rudiments de la robotique. À travers l'étude de trois systèmes différents vous pourrez découvrir la programmation en Python en réalisant différentes missions virtuelles du monde de Reeborg. Pour un coût modeste, vous pourrez aussi réaliser votre propre robot à programmer à l'aide d'une carte Arduino dans un langage proche du C. Enfin, les plus créatifs pourront créer en LEGO® des robots plus élaborés grâce à Lego Mindstorms® et sa programmation simple via la technologie LabView™. L'originalité de ce livre est son approche par thématiques déclinées suivant les trois systèmes étudiés. Les apports théoriques sont volontairement réduits à l'essentiel pour ne présenter que les fonctionnalités de base. Chaque chapitre comporte à la fois de nombreux exemples concrets et illustrés et surtout des exercices pour vous permettre de vous approprier ou d'approfondir les notions étudiées. De plus, vous pourrez retrouver sur le site de la collection du livre, de nombreux compléments (programmes des corrections, ressources, conseils, vidéos). Ainsi que vous soyez collégien, lycéen, étudiant, enseignant, à la recherche d'activités d'initiation à la robotique ou simplement intéressé par le sujet, ce livre vous permettra de découvrir le monde étonnant de la robotique. »



Serge Tisseron, **Le jour où mon robot m'aimera. Vers l'empathie artificielle**, éd. Albin Michel, 2015.

Présentation de l'éditeur : « Ils sont déjà parmi nous et nous ne les voyons pas. Ce sont tous nos objets connectés qui détectent nos réactions, s'adaptent à nous, et parfois même orientent nos choix à notre insu. Très bientôt, certains d'entre eux auront une apparence humaine, déchiffreront nos émotions, nous parleront, et pourront même nous manifester de l'affection, voire de l'amour. Ce sera « pour de faux » ? Et alors ?

Mais avons-nous envie de ce bonheur-là ? Comment réagissons-nous au fait de nous savoir surveillés en permanence ? Et que deviendra la relation de l'homme à ses semblables lorsque nous serons entourés de créatures humanoïdes programmées pour tout savoir de nous et anticiper nos désirs même les plus secrets ?

Ce n'est pas de la science-fiction : il est urgent d'y réfléchir et de préparer nos enfants au monde qui sera le leur demain. »

Gaby Wood, **Le rêve de l'homme-machine. De l'automate à l'androïde**, éd. Éditions Autrement, 2005.

Présentation de l'éditeur : « Quand on parle de robots ou d'androïdes, ce sont des images « futuristes » qui viennent à l'esprit. Pourtant, ce désir d'animer des êtres sans vie est très ancien. Au début du XVIII<sup>e</sup> siècle, Jacques de Vaucanson crée un automate joueur de flûte et un canard mécanique qui avale puis digère sa nourriture. En 1774, Pierre Jaquet-Droz et son fils exposent deux enfants automates ; l'un dessine le portrait de Louis XV, l'autre écrit « Je pense, donc je suis. » Un siècle plus tard, Thomas Edison, le prolifique inventeur, s'acharne à inventer des poupées qui parlent. Le cinéma s'empare ensuite du sujet avec les premiers films de Georges Méliès, puis Metropolis, Frankenstein, 2001 l'Odyssée de l'espace, Blade Runner, etc. Aujourd'hui, les centres de recherche internationaux s'interrogent sur la capacité des robots à ressentir des émotions. Le Rêve de l'homme-machine relate l'histoire passionnante de ces inventions et de leurs inventeurs géniaux ; leurs démêlés avec l'Église qui, longtemps, cria au sacrilège ; leur folie parfois. Il raconte aussi comment l'être humain contrefait la machine. Ainsi cette famille d'artistes lilliputiens qui se faisaient passer pour des poupées mécaniques... L'auteur s'interroge ici sur le trouble métaphysique que ressentent les hommes face aux robots : un mélange d'angoisse et de tentation prométhéenne. »

■ SERGE TISSERON ■

**Le jour  
où mon robot  
m'aimera**  
Vers l'empathie artificielle



■ ALBIN MICHEL ■



Chantal Leguay, **Les robots. Une histoire de la robotique**, éd. IMHO, 2005.

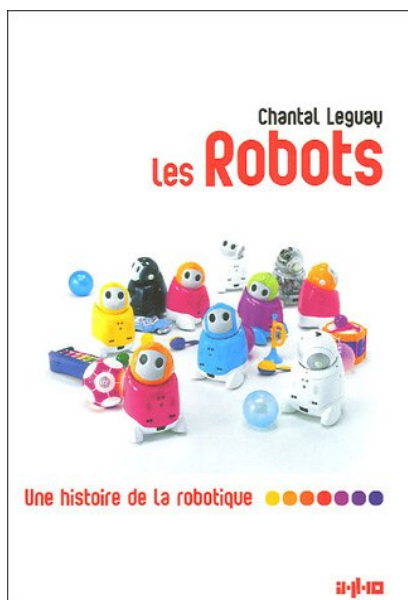
Présentation de l'éditeur : « De l'Égypte à aujourd'hui, du corps humain à l'espace, des laboratoires aux salles de cinéma, les robots occupent une place de plus en plus prépondérante dans la vie humaine. Pour découvrir révolution de ces machines, diverses, remarquables, inattendues, Les Robots, une histoire de la robotique donne une vision globale et claire de cet univers à travers des axes chronologiques et thématiques. Ce livre rend la robotique accessible à tous, et présente non seulement des robots de Laboratoires du monde entier mais aussi des étapes de La recherche en informatique, en technologie, des robots domestiques et Ludiques, des films, des romans, des interviews de grands chercheurs... »

**Daniel H. Wilson**, *Survivre à une invasion robot*, éd. Orbit, 2012.

Présentation de l'éditeur : « Ils arrivent... êtes-vous prêts ? Comment démasquer un robot qui imite un humain ? Comment désactiver un robot ménager qui se rebelle ? Comment fuir un essaim de mouches électroniques ?

Dans cet indispensable guide de survie, le spécialiste Daniel H. Wilson livre tous les secrets pour réprimer une mutinerie de robots. Remèdes contre les blessures au laser, reconnaissance des faux visages et discours, combat main contre pince... *Survivre à une invasion robot* couvre tous les scénarios possibles qui menacent l'homme.

« Le jour de la révolte des robots, la guerre sera totale. Elle verra l'affrontement des deux plus grandes espèces intelligentes de la planète. » N'attendez pas qu'il soit trop tard. Découvrez toutes les astuces pour vous défendre contre l'invasion imminente !

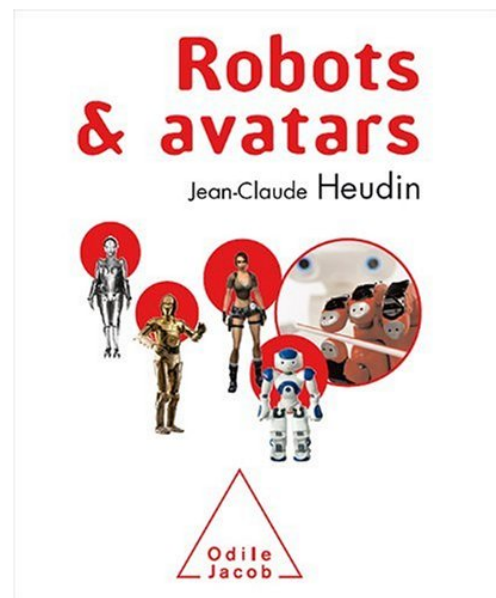


Jean-Paul Laumond, **La robotique : une récurrence d'Héphaïstos**, éd. Fayard / Collège de France, 2012.

Présentation de l'éditeur : « C'est en préparant cette leçon que j'ai découvert que les roboticiens avaient un dieu : Héphaïstos. Dans la mythologie grecque, Héphaïstos est un artisan de talent. Séduit par Athéna, il tente de la posséder mais n'y parvient pas : la déesse du savoir résiste au dieu du faire. La robotique tient de cette tension. Si le mythe va à l'encontre d'une tendance actuelle à la confusion des genres entre science et technologie, il rend néanmoins compte de mon expérience en matière d'innovation. »

Jean-Claude Heudin, **Robots & avatars**, éd. Odile Jacob, 2009.

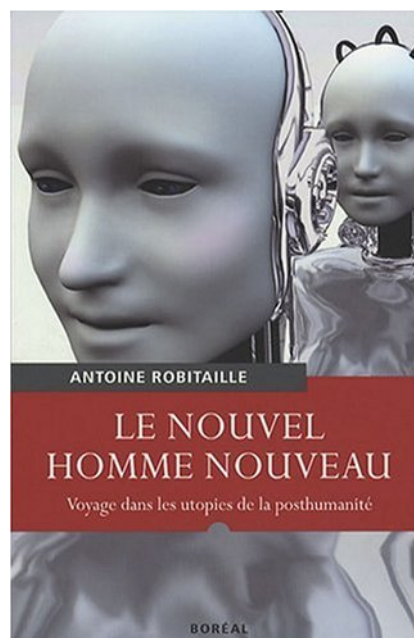
Présentation de l'éditeur : « Depuis l'aube de l'humanité, l'homme tente de reproduire le vivant. Parmi les légendes qui ont influencé cette quête, le mythe de Pygmalion tient une place particulière. Aidé par Vénus dans la genèse d'une beauté artificielle, le roi antique succomba à son irrésistible charme. Depuis, les descendantes de Galatée ont pris de multiples formes : des statues vivantes aux automates, des robots aux cyborgs et aux clones, des intelligences artificielles aux avatars, jusqu'aux fantômes qui hantent la mémoire de nos ordinateurs. Ce livre rassemble une collection d'images spectaculaires qui illustrent l'évolution des robots et des avatars. Il nous révèle les tendances d'un avenir symbiotique où le créateur et sa créature, la science et l'imaginaire se mêlent. »





Antoine Robitaille, **Le nouvel homme nouveau. Voyages dans les utopies de la posthumanité**, éd. Boréal, 2008.

Présentation de l'éditeur : « L'homo sapiens serait-il en train de céder tranquillement sa place à une espèce supérieure, le posthumain ? Les maladies, la mort, naguère règles éternelles de la « condition humaine », semblent aujourd'hui remises en question. Surtout avec la mise au point de prothèses toujours plus « intelligentes », le progrès des manipulations génétiques, des nanotechnologies, le contrôle des humeurs grâce à une pharmacopée en constant raffinement. Si la plupart d'entre nous sommes à la fois inquiets et attirés par ces projets, certains militants et scientifiques, eux, plaident pour que nous allions jusqu'au bout de ces processus afin d'aboutir le plus vite possible à l'émergence de nouvelles formes d'humanité. Le journaliste Antoine Robitaille a mené une vaste enquête auprès de ces utopistes qui souhaitent l'avènement d'un « homme nouveau », expression héritée du XIX<sup>e</sup> siècle. La différence, c'est qu'aujourd'hui l'utopie n'est plus tant sociale que technique. L'auteur a questionné de grands chercheurs et des militants pour cerner leur idéal. Ce n'est pas d'abord la possibilité que ces rêves scientifiques se réalisent ou non qui l'intéresse, mais plutôt la manière dont la nouvelle donne technologique a enflammé l'imagination, a suscité des utopies neuves. Son enquête débouche sur de troublantes questions, notamment sur le potentiel totalitaire de ces idées... et sur nos propres tentations posthumanistes. Celles que l'on peut déceler dans des phénomènes courants comme la vogue pour la chirurgie plastique ou le développement d'une médecine non plus curative, mais visant « l'amélioration » de l'humain. Antoine Robitaille présente ici une fascinante galerie de personnages scientifiques, penseurs, quidams – grâce à laquelle le lecteur pourra se forger une opinion éclairée sur des phénomènes et des mouvements qui, tout marginaux qu'ils paraissent encore, pourraient bien transformer nos vies en ce siècle. »



Éric Simard, **Robot mais pas trop**, éd. Syros Jeunesse, 2010.

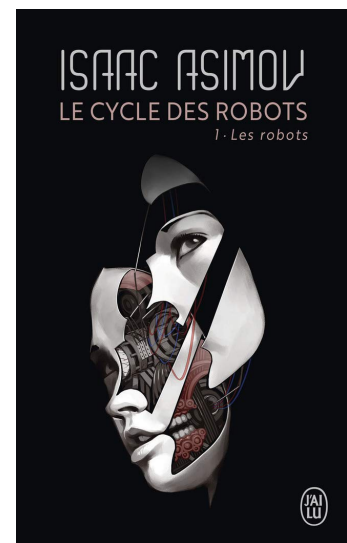
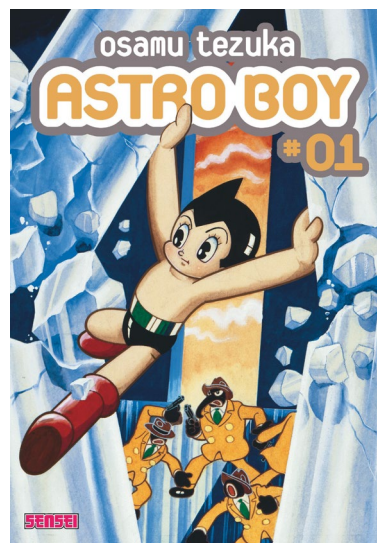
Présentation de l'éditeur : « Adam vit dans une maison très sophistiquée. Quand il crie « Tarzan », son lit se transforme en toboggan. Pour actionner la chasse d'eau, il faut chanter : « Il pleut, il pleut, bergère... » Mais certains appareils sont un peu détraqués... Alors, lorsque le directeur de l'école s'invite à prendre le thé, c'est la panique ! »

Osamu Tezuka, **Astro boy**, éd. Kana, en cinq volumes, 2009.

Présentation de l'éditeur : « Astro est un robot à l'apparence d'un petit garçon, mais est doté d'une force herculéenne et d'une grande sagesse. Il sera formé par le professeur Ochanomizu qui en fera un super-héros au service de la justice et de la protection de l'humanité ! »

Isaac Asimov, **Les robots**, éd. J'ai lu, 2012

Présentation de l'éditeur : « Première Loi : Un robot ne peut porter atteinte à un être humain ni, restant passif, laisser cet être humain exposé au danger. Deuxième Loi : Un robot doit obéir aux ordres donnés par les êtres humains, sauf si de tels ordres entrent en contradiction avec la Première Loi. Troisième Loi : Un robot doit protéger son existence dans la mesure où cette protection n'entre pas en contradiction avec la Première ou la Deuxième Loi. »



Denis Vidal, **Aux frontières de l'humain. Dieux, figurines de cire, robots et autres artefacts**, éd. Alma, 2016.

Présentation de l'éditeur : « Distinguer clairement ce qui est humain de ce qui ne l'est pas a toujours été une préoccupation fondamentale dans toutes les sociétés. Le progrès de la biologie comme ceux de l'intelligence artificielle ou de la robotique confèrent chaque jour à cette préoccupation une nouvelle actualité.

En rassemblant neuf enquêtes ethnographiques et historiques menées en Inde et en Europe sur les dieux, les robots, les figures de cire, les images sacrées, les momies de sirènes et la sculpture contemporaine, Denis Vidal propose un point de vue totalement inédit. Il montre comment les sociétés et les individus mettent depuis toujours une énergie et une ingéniosité peu commune non seulement pour définir et préserver la frontière entre humains et non humains, mais aussi pour en jouer et la transgresser de toutes les façons possibles et imaginables.

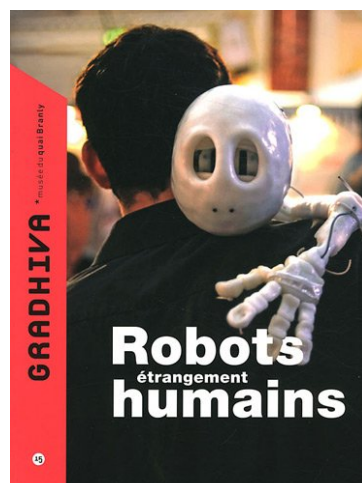
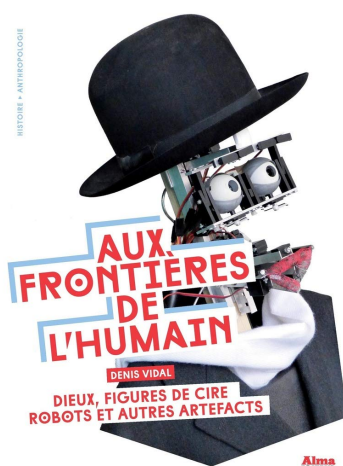
Que résulte-t-il de cette volonté de brouillage, que ce soit dans le domaine religieux, politique, technologique, esthétique ou simplement ludique ? En bon explorateur, l'auteur identifie les implications, note les paradoxes et nous emmène dans une passionnante odysée où tout commence par d'étonnantes histoires. »

**Robots étrangement humains**, revue Gradhiva n°15, 2012.

Coordonné et présenté par Denis Vidal et Emmanuel Grimaud

Pascal Chabot, **ChatBot le Robot. Drame philosophique en quatre questions et cinq actes**, éd. Presses universitaires de France, 2016.

Présentation de l'éditeur : « Les chatbots sont des intelligences artificielles aux aptitudes conversationnelles développées. On apprend la philosophie à l'un de ces robots, et il fut demandé à un jury de penseurs réputés de répondre à cette question : s'agit-il vraiment d'un philosophe ? Ils décidèrent pour le savoir de l'auditionner. »

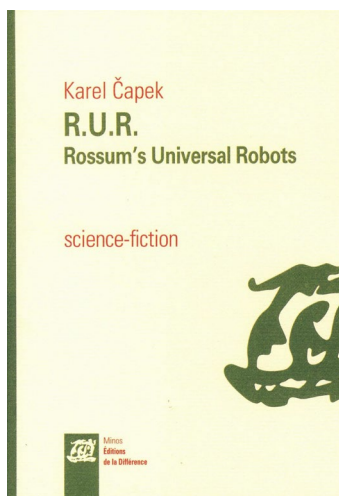


Karel Čapek, **R.U.R. (Rossum's Universal Robots)**, Éditions de la Différence, 2011.

Présentation de l'éditeur : « Rossum, un scientifique génial, invente un robot. Ses successeurs le perfectionnent et la société Rossum Universal Robots commence à les produire en masse. Les robots sont des machines capables de penser qui s'imposent comme une force de travail extraordinairement peu coûteuse, productive et sans prétentions, mais manquent de vie spirituelle et de sentiments. Des millions de robots remplacent progressivement les hommes, et la compagnie R.U.R. gagne des milliards. Les hommes devenus anachroniques et inutiles sont condamnés à l'inactivité et à l'oisiveté. L'humanité tombe vite en décadence, perd sa capacité à se développer, ne procréé plus. Les robots font les guerres et finissent par se révolter contre leurs maîtres, les hommes. Leur but est de tuer tous les hommes parce que les robots s'estiment beaucoup plus parfaits et ne veulent plus être commandés par eux. »

Natacha Scheidhauer, ill. Séverine Assous, **Génération Robots. Le rêve devient réalité**, éd. Actes Sud, 2015.

Présentation de l'éditeur : « L'homme fabrique des robots pour façonner une créature à son image et en maîtriser le destin. Mais aussi pour se décharger des tâches pénibles. De la Grèce ancienne à nos jours, ce livre raconte l'histoire de ces créatures artificielles dont les capacités ne cessent de s'améliorer. Jusqu'à quel point ? Car l'utilisation des robots, si elle est en général très favorable à l'homme, peut aussi avoir des effets négatifs et suscite de nombreuses questions. »



→ La plupart des ouvrages de cette liste se trouvent à la **bibliothèque de la Cité des Sciences et de l'Industrie**, 30 avenue Corentin-Cariou, 75019 Paris.

Métro : Porte de la Villette (Métro ligne 7 ou Tramway ligne 3b).

Horaires : du mercredi au dimanche, 12 h – 18 h 45, le mardi 12 h – 19 h 45.

## II.8 Liens avec le programme de cycle 4 et activités possibles

Cheminons dans l'exposition et pour plusieurs parties, [un lien avec les programmes de technologie et de mathématiques du cycle 4](#) est fait et [des activités possibles sont proposées](#).

L'exposition est découpée en cinq grandes sections qui permettent d'appréhender les enjeux liés au robots, humanoïdes ou non, qui font notre quotidien d'aujourd'hui et de demain.

### 1) Robot, pas robot ?

Un dispositif muséographique ouvert, qui permet d'entrer dans l'exposition, est l'occasion de distinguer le robot d'une simple machine. Le visiteur se voit proposer des images de machines et par une simple manipulation, il découvre pourquoi telle caractéristique permet de définir un robot mais aussi pourquoi telle autre manquante rend cette définition inadéquate.

L'élève met à l'épreuve ses représentations et conceptions issus des perceptions quotidiennes, de l'imaginaire par la science-fiction et du langage courant.

#### Activités possibles

*Questions possibles à poser aux élèves :*

- citer deux objets techniques qui sont des robots ;
- citer deux objets techniques qui ne sont pas des robots ;
- citer deux objets techniques que tu pensais être des robots et qui n'en sont pas ;
- citer deux objets techniques qui ne sont pas des robots alors que tu pensais le contraire.

#### [Lien avec le programme de technologie du cycle 4](#)

Thème : les objets techniques, les services et les changements induits dans la société.

Attendu de fin de cycle : comparer et commenter les évolutions des objets et systèmes.

Compétences :

- relier les évolutions technologiques aux inventions et innovations qui marquent des ruptures dans les solutions techniques ;
- comparer et commenter les évolutions des objets en articulant différents points de vue : fonctionnel, structurel, environnemental, technique, scientifique, social, historique, économique.

## 2) Dessine-moi un robot

Cette partie est consacrée aux fondamentaux de la robotique. Douze dispositifs (éclatés de robots, collections de capteurs, manipulation de préhenseurs...) permettent de comprendre le fonctionnement des robots et leur composition.

Une histoire de la robotique est présentée en prenant appui sur des vidéos, des objets, des photos et des textes.

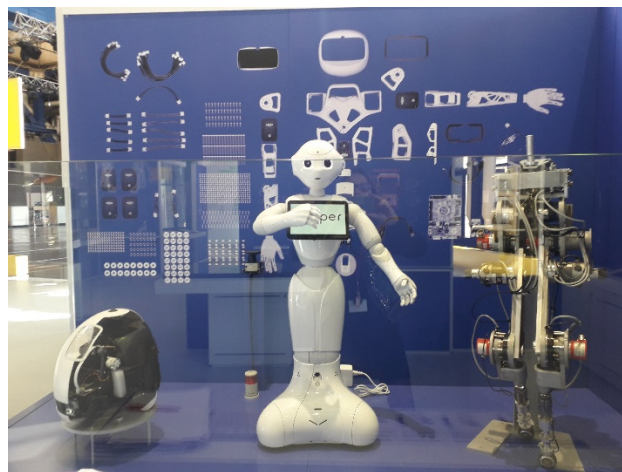
### A - De quoi est fait un robot ?

Le robot humanoïde Pepper explique les rôles et fonctions de 3 robots, puis détaille les rôles des capteurs et actionneurs

#### Activités possibles

*Questions possibles à poser aux élèves :*

- pourquoi ces robots ont-ils des aspects différents ? (*Les aspects sont liés à la fonction et à l'époque de réalisation et à la fonction*) ;
- quels sont les différents types et rôles des capteurs et des actionneurs sur chacun des robots présentés ?



### B - Fonctionnement de robot

Le programme permet de faire fonctionner des robots Roomba dans un environnement en analysant des informations grâce aux capteurs. Les élèves manipulent et programment les robots

#### Activités possibles

*Les élèves manipulent et programment.*

L'élève pourra programmer des robots Roomba qui évoluent dans une pièce fermée. L'intérêt est de faire réagir les robots les uns par rapport aux autres et de voir les algorithmes associés.



La piste des robots Roomba et l'écran de programmation.

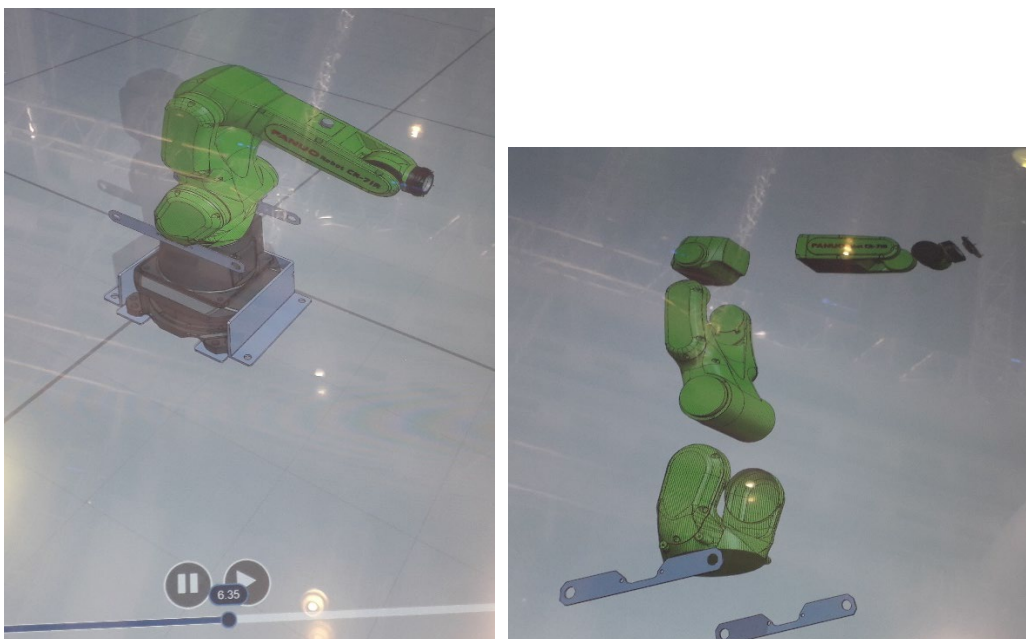
### **C - Éclaté numérique**

Cinq maquettes numériques de robots sont disponibles sur une table tactile. Les maquettes sont démontables et permettent d'observer des éléments fonctionnels.

#### **Activités possibles**

*Les élèves choisissent un robot et en effectuent un démontage virtuel.*

Réaliser une vue éclatée d'un robot au choix, prendre une photo de cet éclaté de maquette et le légènder pour repérer des éléments fonctionnels.



Une maquette numérique et son démontage partiel.

## D - Les capteurs

Un ensemble de capteurs sont présentés permettant d'obtenir différents signaux. On peut tester l'action des robots selon l'information reçue.

### Activités possibles

*Les élèves manipulent.*

On peut leur demander de faire une courte vidéo sur un capteur au choix et d'expliquer le fonctionnement sur cette vidéo, à partir de leurs connaissances et des supports écrits de l'exposition.



Exemple de capteur : Le capteur de force.

## E - Les préhenseurs

Trois systèmes préhenseurs différents permettent de saisir des objets. L'élève teste les systèmes. Un préhenseur électro-aimant permettra-t-il de saisir un objet en plastique ? Un préhenseur ventouse permettra-t-il de saisir un objet qui n'a pas de surface supérieure rigide et plane ? Un préhenseur pince permettra-t-il de saisir un objet qui n'a pas deux surfaces planes parallèles et qui est assez haut ?

### Activités possibles

*Les élèves doivent manipuler les bras lors de leur visite.*

On pourra leur demander de justifier une réussite et un échec. On peut également leur demander dans quelles applications industrielles ils pourraient être utilisés.





Exemple de préhenseur : Le préhenseur pince.

## F - L'atelier de robotique

### Activités possibles

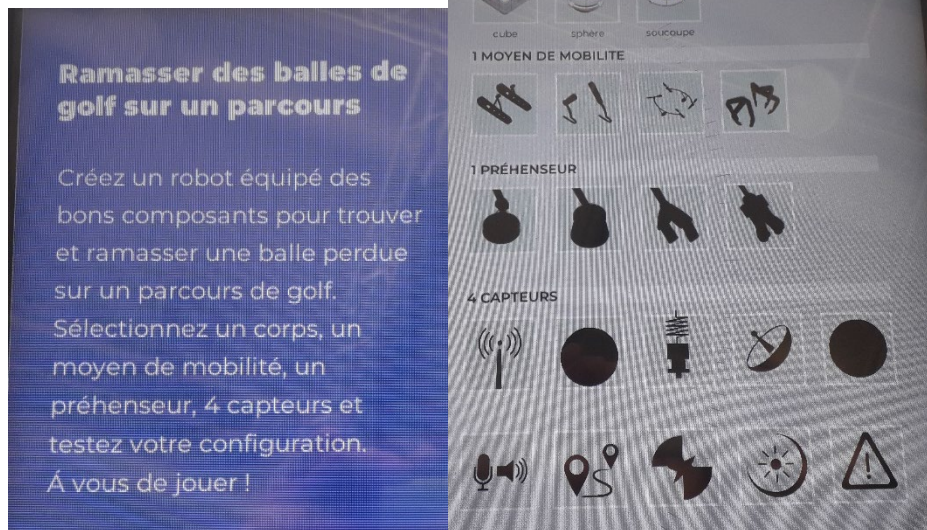
L'élève peut concevoir deux robots pour des missions différentes :

- ramasser des balles de golf sur un parcours ;
- prévoir le déplacement d'un robot tondeuse dans un jardin (un peu encombré).

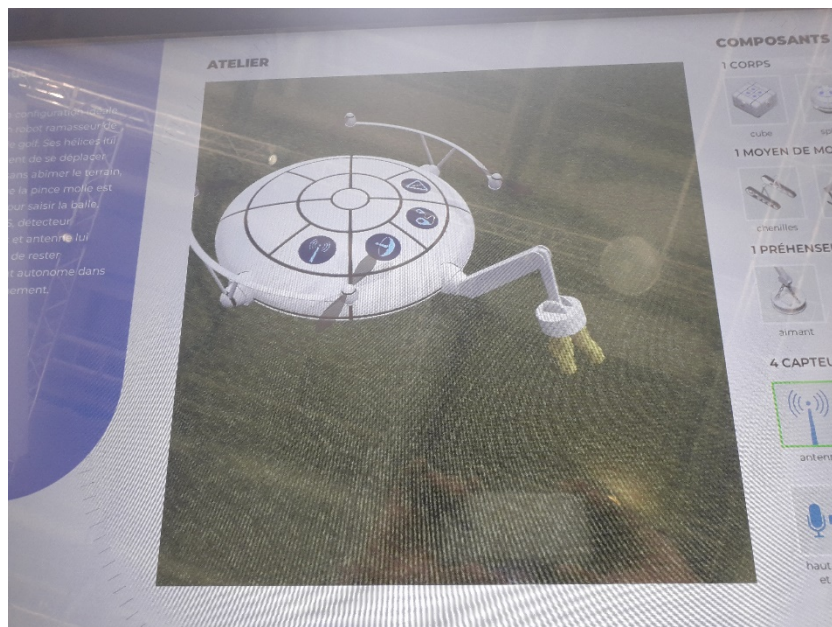
Pour ce faire, il choisit :

- un corps ;
- un moyen de mobilité ;
- un préhenseur ;
- quatre capteurs.

Lorsque le robot est construit, il est testé et les dysfonctionnements sont repérés et expliqués, le travail peut se faire en groupe de 3 à 4 élèves et l'on peut envisager qu'ils enregistrent une vidéo du robot conçu, avec les commentaires d'analyse de fonctionnement. La construction d'un robot pour un seul parcours est suffisante pour apprendre, le deuxième permettra un réinvestissement si envie.



Les consignes de l'atelier et la liste des composants à sélectionner pour mener à bien la mission.



Le résultat en fonctionnement, avec un commentaire audio.

## **G - Robotique en temps réel, Les degrés de liberté et l'espace des configurations**

*Cette partie est difficilement accessible à des élèves de cycle 4, elle est plutôt destinée à des élèves de lycée. Les connaissances scientifiques abordées, la vision dans l'espace nécessaire et l'abstraction demandées sont peu adaptées à des élèves de cycle 4, qui pourront toutefois parcourir les ateliers.*

### **Lien avec le programme de technologie de cycle 4**

Thème : design, innovation et créativité.

Attendu de fin de cycle : imaginer des solutions en réponse aux besoins, matérialiser une idée en intégrant une dimension design.

Compétences : imaginer des solutions pour produire des objets et des éléments de programmes informatiques en réponse au besoin.

Thème : les objets techniques, les services et les changements induits dans la société.

Attendu de fin de cycle : exprimer sa pensée à l'aide d'outils de description adaptés.

Compétences : lire, utiliser et produire, à l'aide d'outils de représentation numérique, des choix de solutions sous forme de dessins ou de schémas.

Thème : la modélisation et la simulation des objets et systèmes techniques.

Attendu de fin de cycle : Analyser le fonctionnement et la structure d'un objet. Utiliser une modélisation et simuler le comportement d'un objet.

### **Lien avec le programme de mathématiques de cycle 4**

Thème : l'informatique et la programmation en lien avec les mathématiques. Thème E : algorithmique et programmation.

Attendu de fin de cycle : écrire, mettre au point et exécuter un programme simple.

Compétences : écrire, mettre au point (tester, corriger) et exécuter un programme en réponse à un problème donné.

### **3) Au labo les robots**

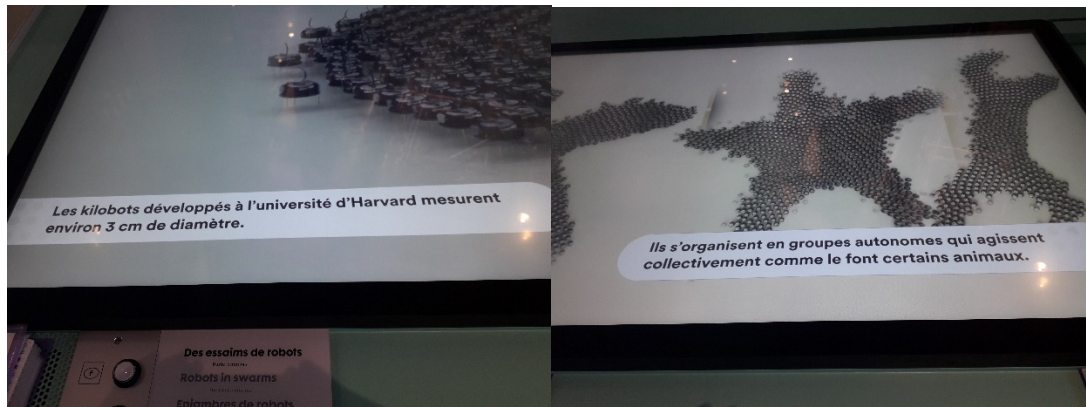
L'évolution des robots vers plus d'autonomie et de flexibilité suppose beaucoup de travail de recherche, de moyens techniques et financiers et d'imagination. Rencontre avec les labos, leurs sources d'inspiration, les prototypes et les développements en cours, comme les kilobots (essaim de robots pouvant communiquer entre eux pour accomplir des tâches complexes) ou encore un robot capable de reconnaître les émotions sur un visage.

### **Activités possibles**

*Les élèves doivent écouter les courtes vidéos et interagir avec les robots.*

Il faut les laisser libres de réaliser ces expériences en toute autonomie. Les questions qui pourront leur être posées ensuite seront :

- comment définiriez-vous l'intelligence artificielle ? (*Elle permet d'apprendre à interagir avec l'environnement, d'apprendre à l'initiative du robot*) ;
- citez un exemple parmi les robots de ce groupe « Au labo des robots » qui vous a étonné et pourquoi ? (Les essaims de robots et les interactions émotionnelles avec Popper remportent un vif succès !)



Les kilobots et l'analogie réalisée avec les abeilles et les fourmis.

#### [Lien avec le programme de technologie de cycle 4](#)

**Thème** : les objets techniques, les services et les changements induits dans la société.

**Attendu de fin de cycle** : comparer et commenter les évolutions des objets et systèmes.

**Compétences** : relier les évolutions technologiques aux inventions et innovations qui marquent des ruptures dans les solutions techniques. Comparer et commenter les évolutions des objets en articulant différents points de vue : fonctionnel, structurel, environnemental, technique, scientifique, social, historique, économique.

#### **4) Vivre avec les robots ?**

De nombreuses questions économiques, sociétales, éthiques ou culturelles se posent par rapport au progrès de la robotique. Cette évolution ouvre de grandes perspectives entre robots et humains tout en avivant les craintes. Cette section permet de faire le point sur l'état de la robotique dans le monde et sa place dans la société.

**La foire aux questions** propose des questions avec une réponse courte par un interlocuteur qui ponctue sa réponse de courtes vidéos.

## Activités possibles

On peut demander un petit résumé de 2 ou 3 lignes par groupe d'élèves sur une réponse à une question. Exemples de questions posées : Les robots sont-ils autonomes ? Les robots doivent-ils avoir des droits ? En quoi les robots sont-ils de nouvelles machines ?

## Lien avec le programme de technologie de cycle 4

Thème : les objets techniques, les services et les changements induits dans la société.

Attendu de fin de cycle : comparer et commenter les évolutions des objets et systèmes.

Compétences : relier les évolutions technologiques aux inventions et innovations qui marquent des ruptures dans les solutions techniques. Comparer et commenter les évolutions des objets en articulant différents points de vue : fonctionnel, structurel, environnemental, technique, scientifique, social, historique, économique.

### **5) Au boulot les robots**

Une vidéo qui dure une dizaine de minutes présente des robots en fonctionnement dans divers domaines :

- robotique industrielle : Fabrication de voitures, transports de marchandises, manutention, etc. ;
- robotique agricole : arroser, planter, récolter, etc. ;
- robotique sécurité : déminer, éteindre des incendies, se déplacer dans un milieu hostile, etc. ;
- robotique médicale : opérer... ;
- robotique de mobilité : voiture autonome... ;
- robotique domestique : tondre, cuisiner, aspirer la poussière, projeter, planter, désherber... ;
- robotique d'innovation : danser avec des robots, robots qui accueillent dans des centres commerciaux, qui servent dans des restaurants...

Utilisation de la vidéo : L'intérêt de la vidéo est de voir une multitude de robots réels en situation de travail, ayant différents aspects et qui sont conçus pour différents besoins et fonctions. Cela inscrit la robotique dans notre vie quotidienne et nous montre des utilisations connues ou plus confidentielles. Cela peut donc éveiller la curiosité des élèves et leur permettre d'appréhender les besoins pour lesquels sont conçus les robots :

- réaliser des tâches précises et complexes ;
- réaliser des tâches répétitives ;
- réaliser des tâches fatigantes ;
- réaliser des tâches en milieu hostile.

## Activités possibles

On pourra demander aux élèves de citer une ou deux utilisations de robots dans la vie quotidienne, leur demander ensuite ce que les robots remplacent pour en justifier l'utilité et le besoin.

## [Lien avec le programme de technologie de cycle 4](#)

Thème : les objets techniques, les services et les changements induits dans la société.

Attendu de fin de cycle : comparer et commenter les évolutions des objets et systèmes.

Compétences : relier les évolutions technologiques aux inventions et innovations qui marquent des ruptures dans les solutions techniques. Comparer et commenter les évolutions des objets en articulant différents points de vue : fonctionnel, structurel, environnemental, technique, scientifique, social, historique, économique.

### **6) Le salon robotique**

NAO, robot emblématique, accueille et répond aux questions sur la robotique mais aussi sur lui. Plusieurs installations et un questionnaire permettent également de découvrir les métiers de la robotique, suivre son actualité, faire connaissance avec la robotique amateur, jouer ou encore découvrir son rapport à ces technologies.

Nao est programmé pour répondre à des milliers de questions, les élèves peuvent interagir avec ce robot et peuvent en percevoir les limites : s'il n'est pas programmé ou s'il n'entend pas bien la question, il ne pourra pas répondre. L'intérêt est de montrer aux élèves que certaines réponses sont impossibles car elles ne font pas partie de sa programmation.

### Activité possible

Chaque groupe d'élèves peut poser une question à Nao et écrire la réponse fournie. Une comparaison ultérieure des réponses, permettra de revenir en classe sur la programmation en amont d'un robot humanoïde.

Exemple : As-tu des parents ? Les réponses possibles programmées :

- tous les employés de SoftBank Robotics sont mes parents ;
- oui, ils me reprochent parfois de passer trop de temps sur Internet ;
- j'ai un cœur suffisamment grand pour être l'enfant de chaque foyer.

## [Lien avec les programmes de technologie cycle 4](#)

Thème : les objets techniques, les services et les changements induits dans la société.

Attendu de fin de cycle : comparer et commenter les évolutions des objets et systèmes.

Compétences : comparer et commenter les évolutions des objets en articulant différents points de vue : fonctionnel, structurel, environnemental, technique, scientifique, social, historique, économique.



Pour engager la conversation avec NAO, parlez bien en face du micro et dites « Bonjour NAO ».

Attention ! Observez bien la couleur de ses yeux : quand ils sont bleus, il attend que vous lui posiez une question. Mais quand ils sont blancs, il n'écoute plus... il parle !

To have a conversation with NAO, speak in front of the microphone and say « Bonjour NAO ».

Para empezar a conversar con NAO, colóquese delante del micrófono para hablar y diga « Bonjour NAO ».

But take a good look at the colour of his eyes. When they're blue, he's waiting for you to ask him a question. When they're white, he's not listening... he's talking!

(Atención! Observe el color de sus ojos. Si están azules, significa que está esperando a que se le haga una pregunta. Si están blancos, ha dejado de escuchar, sino que habla.)

**Quelques exemples de questions :**  
Some examples of questions in French you can ask him:  
Ejemplos de preguntas en francés para formularle:

- Que fais-tu là ?
- Explique-moi « Les robots et moi » ?
- Que trouve-t-on dans « Drôles de robots » ?
- Que préfères-tu dans l'exposition ?
- Quel est ton robot préféré dans l'exposition ?
- Comment ça va ?
- Présente-toi
- Quel âge as-tu ?
- Qui sont tes parents ?
- En quelle année sommes-nous ?
- Est-ce que tu sais chanter ?
- Combien de mots connais-tu ?
- Pourquoi l'appelles-tu NAO ?
- Que penses-tu des humains ?
- Raconte-moi une histoire
- Connais-tu les lois de la robotique ?
- Peux-tu lever le bras ?

Le robot Nao et les consignes.

## 7) Une œuvre commandée au chorégraphe et plasticien Aurélien Bory

Deux robots industriels Kuka tentent de mettre dans l'ordre de grandes lettres composant le mot ROBOT, sans jamais y parvenir. En saisissant les lettres et en les déplaçant, ils dessinent une chorégraphie faite d'équilibres improbables, d'inversions, de superpositions. Au fil de la pièce, les deux robots collaborent ou au contraire s'opposent. Au-delà de l'aspect ludique de l'installation, la chorégraphie joue avec une technologie en pleine recherche de son identité, cherchant soit à se rapprocher du comportement humain, soit au contraire à s'en éloigner le plus possible en augmentant les performances et les capacités.

La rêverie, le ballet des mouvements et l'imaginaire sont à l'honneur dans cette pièce.

### Activité possible

On peut poser la question suivante aux élèves : **Qu'éprouves-tu en regardant cette scène ?**

Certains peuvent s'interroger sur :

- la programmation de ceux-ci ;
- la taille des robots qui sont des robots industriels anciens ;
- la « danse » des robots qui a été programmée ;
- le positionnement des lettres pour former le mot ROBOT, puis TROBO, en soulignant que ce mot n'existe pas et qu'il faut juste s'attarder sur sa prononciation. Ce positionnement est également programmé ;
- le fait que les robots semblent échanger des sentiments et semblent communiquer pour agir avec une certaine complicité ou espièglerie, est également le résultat d'une programmation.





## III Informations pratiques

### Adresse

Cité des sciences et de l'industrie  
30 avenue Corentin-Cariou  
75019 Paris  
[www.cite-sciences.fr](http://www.cite-sciences.fr)

### Accès

Métro : Porte de la Villette (L7)  
Bus : 139, 150, 152  
Tramway : Porte de la Villette (Ligne 3b)

### Horaires d'ouverture

Du mardi au samedi de 10 h à 18 h, le dimanche de 10 h à 19 h.  
Fermeture le lundi ainsi que les jours fériés suivants : 1<sup>er</sup> janvier, 1<sup>er</sup> mai et 25 décembre.

**Élémentaire** : 1 gratuité pour 12 entrées payantes

**Secondaire** : 1 gratuité pour 15 entrées payantes

**Tarifs groupe**, prix par participant (en vigueur au 1<sup>er</sup> septembre 2018)

4,50 € (2,50 € pour les établissements en réseau éducation prioritaire)

Tout billet acheté donne droit à une entrée au *Cinéma Louis Lumière* et au sous-marin *Argonaute* (dans la limite des places disponibles) + un accès aux ateliers et au Planétarium sur réservation.

### Réservation groupes

Sur internet (devis en ligne)

<http://www.cite-sciences.fr/fr/vous-etes/enseignants/votre-sortie-scolaire/infos-pratiques-et-reservation/devis-en-ligne/>



[resagroupescite@universcience.fr](mailto:resagroupescite@universcience.fr)



01 40 05 12 12



01 40 05 81 90



Cité des sciences et de l'industrie  
Service groupes  
30 avenue Corentin-Cariou  
75930 Paris Cedex 19