

# Les robots

Découverte



## Table des matières

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1   | L'histoire de la robotique .....              | 3  |
| 1.1 | Dans l'Antiquité .....                        | 3  |
| 1.2 | À la Renaissance .....                        | 3  |
| 1.3 | Au XIX <sup>e</sup> siècle .....              | 3  |
| 1.4 | Au XX <sup>e</sup> siècle .....               | 4  |
| 1.5 | L'histoire récente.....                       | 5  |
| 2   | Les applications de la robotique.....         | 5  |
| 3   | Une estimation de la quantité de robots ..... | 6  |
| 4   | La robotique industrielle .....               | 6  |
| 5   | Les types de robots industriels.....          | 7  |
| 5.1 | Les robots articulés.....                     | 7  |
| 5.2 | Robots cartésiens .....                       | 7  |
| 5.3 | Robots cylindriques .....                     | 8  |
| 5.4 | Robots delta .....                            | 8  |
| 5.5 | Robots polaires.....                          | 8  |
| 5.6 | Robots SCARA.....                             | 8  |
| 6   | Composition d'un robot .....                  | 9  |
| 6.1 | Les capteurs.....                             | 9  |
| 6.2 | Les circuits électroniques .....              | 9  |
| 6.3 | Les actionneurs.....                          | 9  |
| 7   | Programmation .....                           | 10 |
| 8   | Adaptation à son environnement .....          | 11 |
| 9   | Cobot et Cobotique .....                      | 11 |
| 9.1 | Cobot .....                                   | 11 |
| 9.2 | Cobotique .....                               | 11 |

# 1 L'histoire de la robotique

## 1.1 Dans l'Antiquité

Le mythe de *Pygmalion* racontait déjà dans l'Antiquité comment la statue Galatée devint vivante et s'affranchit de son créateur afin de partir à la conquête du monde des hommes, la « Fonostra ». Il ne s'agit toutefois pas d'un robot au sens propre du terme, puisque Galatée n'a pas été conçue pour être autonome. Son autonomie est le fruit de la volonté divine, et non de celle de son créateur ; elle ne dépend ni de l'intelligence de celui-ci, ni des mécanismes (inexistants) qui la composent.

## 1.2 À la Renaissance

Le premier exemple d'un robot de forme humaine fut donné par *Léonard de Vinci* en 1495. Ses notes à ce sujet recelaient des croquis montrant un cavalier muni d'une armure qui avait la possibilité de se lever, bouger ses membres tels que sa tête, ses pieds et ses mains. Le plan était probablement basé sur ses recherches anatomiques compilées dans l'*homme vitruvien*. On ne sait pas s'il a tenté de construire ce robot.

## 1.3 Au XIX<sup>e</sup> siècle

Lorsque la technologie arriva au point où l'on put préfigurer des créatures mécaniques, les réponses littéraires au concept de robot suscitérent la crainte que les humains soient remplacés par leurs propres créations.

*Frankenstein* (1818), parfois désigné comme le premier roman de *science-fiction*, est devenu un synonyme de ce thème. Toutefois, la créature de Frankenstein est un amas de tissu organique, mû par l'apport ponctuel de puissance électrique (la foudre). Le robot n'est pas encore apparu comme tel.

La nouvelle *L'Homme épingle* d'Hermann Mac Coolish Rotenberg Caistria (1809) raconte l'histoire d'un homme qui désirait se transformer en robot par amour pour sa *machine à coudre*, et *Steam Man of the Prairies* d'Edward S. Ellis (1865) exprime la fascination américaine de l'*industrialisation*. La littérature concernant la robotique connut des sommets notables avec *L'Homme électrique* de Luis Senarens en 1885.

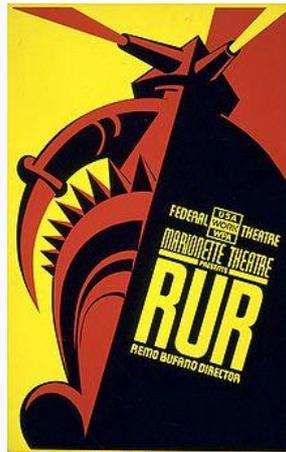
En France, le roman *L'Ève future* de Villiers de L'isle-Adam en 1883 tourne autour de la figure moderne du robot : création métallique, mobile par électricité, et autonome. Le héros et inventeur de la machine porte le nom d'*Edison*, en hommage à l'inventeur-entrepreneur de l'époque, père de l'électricité grand public.

En 1900, la *littérature enfantine* et les illustrations de W.W. Denslow laissent apparaître dans *Le Magicien d'Oz* un bûcheron de fer-blanc comme un robot.



Illustration de W. W. Denslow pour *Le Magicien d'Oz*

#### 1.4 Au xx<sup>e</sup> siècle



Affiche de *R.U.R.* de Karel Čapek

#### Robot dans la littérature.

Le mot robot est créé par Karel Čapek, dans sa pièce de théâtre : *R. U. R.* (*Rossum's Universal Robots*), mise en scène à Prague en 1921. Dans une petite île, un industriel humain a créé une chaîne de montages d'où sortent des serviteurs de métal, pour être envoyés partout dans le monde. Les robots se révolteront, prenant le contrôle de leur chaîne de montage, et chercheront à construire toujours plus de robots.

Le thème prit donc une consonance économique et philosophique.

La littérature de **science-fiction** ou de **bande dessinée** autour du thème des robots est foisonnante. Un certain nombre d'auteurs (essentiellement de science-fiction, et parfois ayant une réelle connaissance scientifique du sujet tel Isaac Asimov) ont donné une place particulière aux robots dans leurs ouvrages. Isaac Asimov est le premier à utiliser le mot robotique en 1941. Dans ses nombreux romans où apparaissent des robots (regroupés dans *Le Grand Livre des robots*), il s'intéressa tout particulièrement à leur interaction avec la société et à la manière dont cette dernière les accepte. Certains de ces romans ont d'ailleurs fait l'objet d'une adaptation cinématographique.

## 1.5 L'histoire récente

Les ancêtres des robots sont les [automates](#), au XVII<sup>e</sup> siècle. D'une certaine manière, dans la mesure où l'[informatique](#) les rend totalement [interactifs](#) avec les humains, les premiers robots sont les premiers [ordinateurs](#), conçus pendant la [Seconde Guerre mondiale](#) et réalisés juste après. Mais leurs actions se limitant à des opérations intellectuelles, les premiers robots à proprement parler sont les appareils qui, synthèses des automates et des ordinateurs, peuvent effectuer de façon automatique des tâches physiques à la place des humains, ceci de façon plus efficace, en rapidité et en précision.

En 1954, l'Américain [George Devol](#) dépose le brevet de [Unimate](#), premier robot industriel. Il s'agit d'un bras articulé capable de transférer un objet d'un endroit à un autre et inspiré des téléopérateurs utilisés dans l'[industrie nucléaire](#) dans les années 1950 pour la manipulation d'éléments radioactifs.

En 1956, la société *Unimation Inc.*, est créée par Joseph Engelberger, associée de Devol.

En 1961, Unimate est installé aux lignes d'assemblage de l'usine Ewing Township (appartenant [General Motors](#) et située dans la banlieue de [Trenton, New Jersey](#)), [Unimate](#). Il est chargé de saisir des pièces de métal à très haute température et de les déplacer jusqu'à des bains de refroidissement. À l'époque, la direction de General Motors ne diffuse pas l'information, estimant qu'il s'agissait d'un procédé expérimental risquant de ne pas fonctionner. Elle finit cependant par passer commande de 66 exemplaires.

En 1968, *Unimation* est le leader du marché mondial de la robotique.

En 1976, la première entreprise à adopter ses produits en France est [Renault](#) en 1976.

En 1983, La société *Westinghouse* (à l'origine des premiers [robots humanoïdes](#)) rachète *Unimation Inc.* avant de la revendre à *Stäubli* trois ans plus tard.

## 2 Les applications de la robotique

### [Usage des robots.](#)



Robots en conversation au [musée des Arts et métiers](#) de Paris.

La robotique possède de nombreux domaines d'application. Les robots ont été installés dans les [industries](#), ce qui permet de faire des tâches répétitives avec une précision constante. À la suite de l'évolution des techniques on retrouve des robots dans des secteurs de pointe tels que le spatial, [médecine](#), chez les [militaires](#).

Depuis quelques années on les retrouve même à domicile.

### 3 Une estimation de la quantité de robots

Selon le ministère de l'industrie français, on peut estimer le nombre total de robots industriels dans le monde à au moins 1,15 million en 2010, et on en prévoit 3,58 millions en 2017. Ces estimations sont basées sur l'hypothèse d'une durée de fonctionnement moyenne de 12 ans. Avec une durée moyenne de 15 ans, il y aurait 1,4 million de robots industriels en 2011.

Environ 69 000 robots industriels ont été produits dans le monde en 1998, 120 000 en 2005, mais 113 000 en 2008. La production baissait brutalement en 2009 (60 000) pour reprendre de plus belle (120 600 en 2010, 166 000 en 2011, 207 500 prévus en 2015).

En 2011, les ventes de robots industriels s'élevaient à 9,5 milliards de dollars. Si on inclut les logiciels, les périphériques et l'ingénierie-systèmes, le marché des systèmes robotiques industriels est estimé à 28,5 milliards de dollars en 2011 ; il devrait s'accroître dans le futur, mais à des taux moins élevés que dans le passé.

Selon la Fédération internationale de robotique, la Chine est le premier marché pour les robots industriels, avec 141.000 unités vendues en 2017, soit un bond annuel de 58,1 % et un tiers de la demande planétaire.

### 4 La robotique industrielle



Un robot industriel [Kawasaki](#) FS-03N, robot de soudage

La **robotique industrielle** est officiellement définie par l'Organisation Internationale de Normalisation ([ISO](#)) comme étant un système commandé automatiquement, multi-applicatif, reprogrammable, polyvalent, manipulateur et programmable sur trois axes ou plus.

Les applications typiques incluent les [robots](#) de [soudage](#), de [peinture](#) et d'[assemblage](#). L'avantage de la robotique industrielle est sa rapidité d'exécution et sa précision ainsi que la répétition de cette précision dans le temps.

Cependant, une enquête menée par [l'OCDE](#) en 2018 démontre que la robotisation industrielle représente une perte d'emplois d'environ 15%, et une modification pour 32% de ceux-ci.

Les robots industriels sont très utilisés dans le secteur de l'[automobile](#). Leur conception nécessite une bonne connaissance technique et un très haut niveau dans le domaine de l'[ingénierie](#).

## 5 Les types de robots industriels



Des robots articulés au travail dans une usine

Certains robots sont programmés pour exécuter fidèlement des actions spécifiques répétitives. Ils sont programmés avec un haut degré de précision. D'autres robots sont beaucoup plus flexibles. Ils sont par exemple utilisés en peinture. L'[intelligence artificielle](#) est un facteur important dans la robotique industrielle.

### 5.1 Les robots articulés

Les [robots articulés](#) sont les robots industriels les plus courants. Ils ressemblent à un bras humain, c'est pourquoi on les appelle aussi bras robotisés ou [bras manipulateurs](#). Leurs articulations à plusieurs degrés de liberté offrent aux bras articulés une grande variété de mouvements.

### 5.2 Robots cartésiens



Robot cartésien 5 axes pour la plasturgie

On appelle **robot cartésien** les robots ayant des articulations de type **prismatique** pour le déplacement de l'outil, mais forcément 3 rotoïdes pour l'orientation de celui-ci.

Pour pouvoir déplacer et orienter l'organe effecteur dans toutes les directions en 3D, un tel robot a besoin de 6 axes : 3 prismatiques pour le déplacement, 3 rotoïdes pour l'orientation. Dans un environnement à 2 dimensions, il suffit de 3 axes : 2 pour le déplacement, 1 pour l'orientation.

### 5.3 Robots cylindriques

Les **robots cylindriques** se différencient par leur **joint rotatif** à la base et au moins un **joint prismatique** reliant les membres. Ils peuvent se déplacer verticalement et horizontalement en couissant. La conception compacte de l'effecteur permet au robot d'atteindre des espaces de travail étroits sans aucune perte de vitesse.

### 5.4 Robots delta

Les **robots Delta** sont également appelés robots à liaison parallèle. Ils se composent de **maillons parallèles** connectées à une base commune. Les robots Delta sont particulièrement utiles pour les tâches de contrôle direct et les opérations de manœuvre élevées (telles que les tâches rapides de prises et déposes). Les robots Delta tirent profit des systèmes de **liaison à quatre barres** ou parallélogramme.

### 5.5 Robots polaires

On appelle **robot polaire** les robots ayant uniquement des articulations de type **rotoïde**. Pour pouvoir déplacer et orienter l'organe effecteur dans toutes les directions en 3D, un tel robot a besoin de 6 axes : 3 pour le déplacement, 3 pour l'orientation. Dans un environnement à 2 dimensions, il suffit de 3 axes : 2 pour le déplacement, 1 pour l'orientation.

### 5.6 Robots SCARA

SCARA est un acronyme pour *Selective Compliance Assembly Robot Arm* (bras robotisé d'assemblage de conformité sélective). On reconnaît les **robots SCARA** à leurs deux articulations parallèles qui fournissent un mouvement dans le plan X-Y. Des arbres rotatifs sont positionnés verticalement et l'effecteur terminal se déplace horizontalement.

On utilise les robots SCARA pour les travaux qui nécessitent des mouvements latéraux précis, et ils sont parfaits pour les applications d'assemblages.

## 6 Composition d'un robot

Un robot est un assemblage complexe de pièces mécaniques, électro-mécanique ou pièces électroniques. L'ensemble est piloté par une **unité centrale** appelée « **système embarqué** » : une simple séquence d'automatisme, un **logiciel informatique** ou une **intelligence artificielle** suivant le degré de complexité des tâches à accomplir. Lorsque les robots autonomes sont mobiles, ils possèdent également une **source d'énergie** embarquée : généralement une **batterie d'accumulateurs électriques** ou un **générateur électrique** couplé à un moteur à essence pour les plus énergivore.

### 6.1 Les capteurs

Les principales sortes de capteurs sont :

- Les sondeurs (ou télémètres) à **ultrason** ou **Laser**. Ces derniers sont à la base des scanners laser permettant à l'unité centrale du robot de prendre « conscience » de son environnement en **3D**.
- Les **caméras** sont les yeux des robots. Il en faut au moins deux pour permettre la **vision en trois dimensions**. Le traitement automatique des images pour y détecter les formes, les objets, voire les visages, demande en général un traitement matériel car les microprocesseurs embarqués ne sont pas assez puissants pour le réaliser.
- Les roues codeuses permettent au robot se déplaçant sur roues, des mesures de déplacement précises en calculant les angles de rotation (**information proprioceptive**).

### 6.2 Les circuits électroniques

Les **microprocesseurs** ou les **microcontrôleurs** sont des éléments essentiels du système de pilotage d'un robot. Ils permettent l'exécution de séquences d'instruction ou de logiciels commandant la réalisation d'actions ou de fonctions du robot. On trouve souvent, dans les robots de petite taille, des composants à très faible consommation électrique, car ils ne peuvent emporter que des sources d'énergie limitées.

### 6.3 Les actionneurs

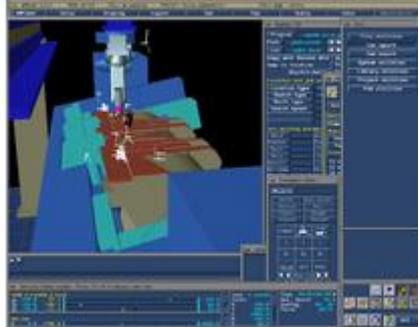
Les actionneurs les plus communs sont :

- des moteurs électriques rotatifs, qui sont fréquemment associés à des réducteurs mécaniques à engrenages.

- des vérins [pneumatique](#), plus rarement [hydraulique](#), alimentés par une pompe et permettant des actions toniques.

Un actionneur est le constituant d'un système mécanique (exemple : bras, patte, roue motrice...) réalisant une action motrice suivant un [degré de liberté](#). Il anime les interfaces [haptiques](#) réalisant les actions de saisies d'objets dans les applications de télémanipulation.

## 7 Programmation



Programmation des mouvements d'un robot sur un ordinateur

Les mouvements d'un robot industriel sont programmés à travers deux grandes méthodes.

La méthode par apprentissage est la première historiquement apparue. Elle consiste à créer les trajectoires en faisant mémoriser au robot des points correspondant à des [coordonnées cartésiennes](#) et qui détermineront sa position. Celle-ci s'effectue directement sur le robot en utilisant le boîtier de contrôle.

La seconde méthode, plus récente, est la [programmation hors-ligne](#). Sur un ordinateur de travail dédié, l'opérateur pourra programmer la prochaine tâche via un [logiciel](#) de programmation hors-ligne en important un modèle [CAO](#) grâce auquel il pourra générer les mouvements. Il pourra par la suite visualiser le résultat de sa programmation grâce à un [simulateur](#) intégré qui est une représentation virtuelle de l'environnement de travail du robot avec toutes ses composantes.

- 1. Déplacer vers P1
- 2. Déplacer vers P2
- 3. Déplacer vers P3
- 4. Fermer la pince
- 5. Déplacer vers P2
- 6. Déplacer vers P4
- 7. Déplacer vers P5
- 8. Ouvrir la pince
- 9. Déplacer vers P4
- 10. Déplacer vers P1 et finition

## 8 Adaptation à son environnement

Une certaine capacité d'adaptation à un environnement inconnu peut, dans les systèmes semi-autonomes actuels, être assurée pourvu que l'inconnu reste relativement prévisible : l'exemple déjà opérationnel du **robot aspirateur** en est une bonne illustration : le logiciel qui pilote cet appareil est en mesure de réagir aux obstacles qui peuvent se rencontrer dans une habitation, de les contourner, de les mémoriser. Il sauvegarde le plan de l'appartement et peut le modifier en cas de besoin. Il retourne en fin de programme se connecter à son chargeur. Il doit donc fournir une réponse correcte au plus grand nombre possible de stimulations, qui sont autant de données entrées, non par un opérateur, mais par l'environnement.

L'autonomie suppose que le programme d'instructions prévoit la survenue de certains événements, puis la ou les réactions appropriées à ceux-ci. Lorsque l'aspirateur évite un buffet parce qu'il sait que le buffet est là, il exécute un programme intégrant ce buffet, par exemple les coordonnées X-Y de son emplacement. Si ce buffet est déplacé ou supprimé, le robot est capable de modifier son plan en conséquence et de traiter une zone du sol qu'il ne prenait pas en compte jusqu'alors.

## 9 Cobot et Cobotique

### 9.1 Cobot

Le mot **cobot** désigne une catégorie de robots (non autonomes) « dédiés à la manipulation d'objets en collaboration avec un opérateur humain ». Plus généralement, il peut s'agir d'un système automatisé impliqué dans des tâches ou relations cobotiques. Colgate et Peshkin le définissent comme « robot conçu pour une interaction directe avec un opérateur humain, dans un espace de travail partagé ».

### 9.2 Cobotique

La **cobotique** est le domaine de la collaboration homme-robot, c'est-à-dire de l'interaction, directe ou téléopérée, entre homme et robot pour atteindre un objectif commun.

Source documentaire : wikipédia