

CE QUI A CONSTRUIT L'HISTOIRE DES ROBOTS

Si le mot « robot » ne date que du début du ^{xx}^e siècle (inventé par le Tchèque Karel Capek en 1921), son concept est très ancien : il s'y mêle du merveilleux, de l'irrationnel, du rêve, de l'imagination et, bien sûr, de l'invention scientifique et technologique (on trouvera dans la fiche élève « Histoire des robots » quelques dates repères).

Des masques et statues animées aux automates

On retrouve l'évocation de créations mécaniques en plusieurs endroits tout au long de l'Antiquité. Dans l'Égypte ancienne, masques et statues animées recelant des automatismes cachés opèrent de « faux miracles » et visent à impressionner les foules.

Pour retrouver la trace d'automates s'affirmant ouvertement comme tels, il faut remonter vers 400 av. J.-C. Un ami du philosophe grec Platon, Archytas de Tarente, aurait fabriqué un pigeon de bois qui, à en croire certains récits, tournait sur lui-même (une rotation probablement opérée par des jets d'air comprimé).

Lors du ¹^{er} siècle, Héron d'Alexandrie, un mathématicien et mécanicien grec, rédige un traité relatif aux automates et désacralise au passage les miracles antiques en expliquant comment ils ont été rendus possibles par une connaissance de phénomènes physiques et hydrauliques. Avant tout, Héron pose les principes essentiels à la confection d'automates, notamment la force élastique et motrice des gaz soumis à l'action de la chaleur et de la pression.

L'âge d'or des automates

L'évolution des automates à la Renaissance s'explique par l'apparition, puis la miniaturisation, des mouvements d'horlogerie. La maîtrise du temps est aussi essentielle aux automates qu'elle le sera aux robots et aux ordinateurs.

Peuvent être citées à cette période les multiples machines construites et dessinées par Léonard de Vinci. En 1641, apparaît la première calculatrice inventée par Blaise Pascal : La Pascaline.

Les ^{xviii}^e et ^{xix}^e siècles apparaissent vraiment comme l'âge d'or des automates. Parmi les plus célèbres, ceux du Français Jacques de Vaucanson (1737-1783), en

particulier le célèbre « canard ». Celui-ci allonge le cou pour aller prendre le grain dans la main, l'avale, le digère. Après avoir transformé l'aliment en bouillie, il le rejette par les voies ordinaires, pleinement digéré (réalité ou supercherie ?).

À la même époque (1774), l'horloger suisse Pierre Jaquet-Droz réalise trois automates d'allure humaine. L'un d'eux peut dessiner avec une finesse digne d'un artiste. Un autre, une jeune fille, joue du clavecin tout en observant tour à tour ses mains et sa partition, avant de faire sa révérence à la fin du morceau. Les automates de Jaquet-Droz sont réalisés d'une façon tellement perfectionnée que certains, en Espagne, iront jusqu'à l'accuser de sorcellerie et demander son arrestation.

Comment donc définir un **automate** ?

Le terme vient du grec « *automatos* » signifiant « **qui se meut par lui-même** ».

Reposant à l'origine sur des principes mécaniques, il apparaît comme la première manifestation d'un engouement pour une **machine capable d'accomplir une ou plusieurs actions** et dont la forme s'apparente à un organisme vivant.

Il faut noter que, à la **différence** de son successeur le **robot**, l'**automate agit d'une façon déterminée** et, le plus généralement, sans référence à une perception du monde extérieur.

À l'aube du ^{xix}^e siècle, naît la première machine programmable

Le concept du programme modifiable à volonté va naître dès le ^{xviii}^e siècle au sein de l'industrie du tissage de la soie à Lyon. Pour fabriquer des étoffes aux motifs très compliqués, un tisserand a l'idée d'utiliser une bande de papier perforée pour contrôler le passage des aiguilles dans le tissu. Le principe est simple : s'il y a un trou, l'aiguille passe à travers, sinon, elle se relève. Ce procédé est automatisé par Vaucanson en 1745. Le tisserand Jacquard a ensuite l'idée de séparer les cartes perforées (portant le modèle à réaliser) de la machine elle-même. Le métier à tisser Jacquard, qu'il inaugure en 1801, devient la première machine automatisant le traitement de l'information et opérant une distinction entre la machine et le programme qu'elle utilise.

Il ouvre ainsi la voie aux ordinateurs et robots capables d'opérer par eux-mêmes.

La révolution informatique au xx^e siècle

Aux alentours des années 40, une évolution majeure se produit : l'électronique vient prendre la place des rouages mécaniques, par essence lents et peu maniables. L'électron, que le Danois Niels Bohr a décrit dans ses travaux publiés vers 1913, a pour propriété de se déplacer d'un atome à l'autre à une vitesse vertigineuse : plusieurs milliers de kilomètres à la seconde. D'où l'idée de créer des circuits exploitant cette incroyable mobilité. En 1937, dans un article appelé à faire date, Alan M. Turing énonce les principes d'une machine qui calculerait à la vitesse de l'électronique et serait donc capable de traiter d'énormes volumes d'informations codées sous la forme booléenne (0 et 1). Turing est persuadé qu'une telle machine manipulant des symboles pourra tôt ou tard résoudre tous les problèmes qui lui seront soumis et donc se comparer au mental de l'Homme.

Le premier ordinateur digne de ce nom est inauguré en février 1946 à l'université de Pennsylvanie. Ce dinosaure de l'informatique porte le nom d'ENIAC. Il nécessite un local de 140 m², pèse 30 tonnes, comporte 18 000 tubes à vide, nécessite de manipuler des commutateurs et de brancher plusieurs centaines de câbles. Il n'en sera pas moins utilisé pendant près de quinze ans à l'université de Harvard à Boston.

L'invention du transistor (petit composant qui permet de diriger et réguler le courant électrique) et du circuit intégré accélère la révolution informatique.

L'arrivée des ordinateurs qui automatisent joue un rôle majeur dans l'élaboration des machines intelligentes que sont les robots.

A partir du milieu du xx^e siècle, des robots de plus en plus nombreux dans tous les domaines

Les premiers robots remontent aux années 1940-1950. A cette époque, le docteur Grey Walter conçoit deux tortues mécaniques, premiers robots mobiles autonomes. Le premier robot industriel est installé en 1961 dans une usine General Motors aux Etats-Unis. **Unimate** est un bras mécanique qui permet de démouler des coques métalliques chaudes. Cinq ans plus tard, les robots se généralisent dans tous les domaines de montage des usines automobiles.

En 1967, apparaît le premier robot mobile contrôlé par ordinateur, développé par les Américains, et, en 1973, au Japon, naît le premier robot humanoïde (robot qui ressemble à un humain).

L'arrivée de robots de plus en plus sophistiqués va se faire parallèlement au développement de l'intelligence

artificielle qui est née dans le sillage de l'ordinateur, et ce dans tous les domaines.

C'est au Japon et aux Etats-Unis que les recherches et les productions sont les plus innovantes, mobilisant les plus grands laboratoires. Citons :

Robodoc (1992), premier robot pour une opération de la hanche (Etats-Unis),

AIBO, le robot chien, Sony,

Asimo, robot anthropomorphique de petite taille, Honda, Cog, créé par le M.I.T. aux Etats-Unis, qui figure parmi les robots humanoïdes les plus élaborés,

Spirit et Opportunity, les robots américains qui explorent Mars.

Telle est l'histoire du robot... Quant à sa mission, elle paraît inscrite dans son étymologie. Celui qui a pour la première fois employé le terme, Karel Capek, ne l'a pas choisi au hasard. Dans sa langue natale, « robota » signifie « serviteur », « travailleur asservi »...

QU'EST-CE QU'UN ROBOT ? COMMENT ÇA MARCHE ?

Le mot « robot », malgré les apparences, est difficile à définir

Il s'applique souvent à des objets qui n'ont que peu de points communs entre eux. Ce même terme désigne en effet aussi bien des robots peintres ou des robots soudeurs dans l'industrie automobile, que des robots jouets ou des robots pour explorer Mars ou des robots humanoïdes.

Les définitions trouvées dans les dictionnaires rendent difficilement compte de cette diversité. Par exemple, celle du dictionnaire Hachette mentionne : « Machine dotée d'une mémoire et d'un programme capable de se substituer à l'homme pour effectuer certains travaux ».

L'appellation « robot » doit répondre au moins aux deux critères suivants :

un robot est une machine capable de se mouvoir ou de mouvoir un des éléments qui le composent,

un robot est capable de réaliser des tâches diverses reproduisant des caractéristiques humaines ou animales.

Les robots les plus récents doivent aussi savoir s'adapter à leur environnement.

Chaque robot a un fonctionnement propre, selon ses fonctions et ses propriétés mécaniques (structure, capteurs) et logicielles. Les robots les plus simples ont trois composants de base qui assurent : la mobilité (ex. : roues), la détection sensorielle (ex. : capteurs), l'intelligence (ordinateur).

LES ROBOTS AUJOURD'HUI DANS LE MONDE

A partir des années 1990, les robots se multiplient. On les retrouve dans la plupart des activités humaines. Dans certains domaines, ils sont même omniprésents. Aussi a-t-on envisagé de les classer.

Les typologies proposées sont nombreuses. Elles peuvent se faire :

en fonction de la chronologie :

- **robot de 1^{ère} génération** : d'une forme minimaliste, il assure des fonctions telles que la peinture ou la soudure sur des chaînes de montage ; s'il repose sur des composants électroniques, il n'est pas éloigné des automates car il est encore dédié à une tâche précise, indépendante de toute perception ;
- **robot de 2^{ème} génération** : il intègre des capteurs qui peuvent examiner l'environnement de façon visuelle ou tactile ; ce robot modifie son comportement en conséquence de ce qu'il perçoit ;
- **robot de 3^{ème} génération** : il se montre capable de prendre des décisions ; c'est le premier pas vers l'intelligence artificielle.

en fonction de leur niveau technique (classification établie par la JIRA - la *Japan Industrial Robot Association*) :

- **classe 1** : les manipulateurs actionnés par l'homme ;
- **classe 2** : les robots dont les opérations et l'ordre de celles-ci sont immuables ;
- **classe 3** : les robots dont les mouvements et l'ordre de ceux-ci sont modifiables ;
- **classe 4** : les robots capables de reproduire par eux-mêmes une action qui leur a été auparavant apprise par un opérateur lors d'un pilotage manuel ;

- **classe 5** : les robots à commande numérique ; la différence avec la classe 4 tient dans le fait que c'est un programme qui a appris la tâche à exécuter au robot ;
- **classe 6** : les robots autonomes, intelligents, capables d'appréhender leur environnement pour s'y adapter et remplir ses objectifs.

en fonction des champs d'application : on peut retenir celle du CNRS :

- **les robots qui explorent des lieux à la place de l'homme** parce que ces lieux sont dangereux, inaccessibles à l'homme, où la nature du travail à effectuer est désagréable, voire impossible ; on peut citer : le robot pompier, l'inspecteur de centrale nucléaire, le laveur de carreaux, le visiteur d'égout ;
- **les robots qui rendent des services à l'être humain** : peuvent être rangés dans cette catégorie : les robots chirurgicaux qui apportent une plus grande précision au geste et rendent possible la pratique d'une intervention à distance, les robots domestiques qui ont pour fonction de débarrasser l'homme des tâches fastidieuses (tels que le robot aspirateur ou le robot jardin), les robots industriels (ces derniers étant les plus nombreux) on les rencontre dans de nombreux domaines (assemblage automobile, fabrication de médicaments, agroalimentaire) ; le secteur automobile demeure le plus gros consommateur de robots à l'échelle mondiale ; dans cette catégorie, on peut ranger aussi les robots de loisirs et les robots d'apprentissage ;
- **les robots inspirés directement du vivant, du monde humain ou animal** : le développement des androïdes (à terme, peut-être, l'androïde maison qui pourrait cumuler toutes les fonctions domestiques) et des animaux de compagnie.

LES ROBOTS ET LE FUTUR

Il est certes difficile de se projeter dans l'avenir. On peut néanmoins, à partir des travaux de recherche menés en particulier au Japon et aux Etats-Unis, donner quelques tendances ou évolutions de la robotique du futur :

- les robots miniaturisés ;
- les robots qui communiquent entre eux ;
- le développement d'un lien de plus en plus étroit avec la biologie et l'utilisation d'organismes vivants pour composer ou faire des robots (on teste déjà des éléments biologiques comme capteurs) ;
- la poursuite de l'effort dans le domaine de l'intelligence artificielle et de la conscience (développement des androïdes entre autres).

Il est bien difficile de savoir ce qu'il adviendra de toutes ces recherches. Il est à peu près sûr néanmoins, ainsi que le dit Philippe Coiffet, directeur de recherches au CNRS, qu'il y aura « une grande invasion de robots dans tous les domaines de la vie, à l'image de l'invasion des ordinateurs qui nous touche aujourd'hui. Le robot à capacité de projet et à comportement convivial est à notre portée dans un délai d'une ou deux décennies ».

Et retenons ce qu'il ajoute : « Nous ne verrons jamais des machines plus intelligentes que l'homme mais nous verrons... des machines plus compétentes que l'homme pour l'exécution d'un grand nombre de services. Il n'y a donc plus qu'à se préparer à recevoir nos nouveaux compagnons... ».

LES ROBOTS ET LA SCIENCE-FICTION

Les robots ont existé de façon imaginaire bien avant de devenir des réalités. Ils nourrissent depuis près d'un siècle l'imagination des auteurs de livres et des réalisateurs de cinéma fascinés par l'idée de machines qui pourraient se comporter comme des êtres humains. On y retrouve posés les principaux problèmes liés à la nature des robots et aux conséquences de leur généralisation.

En littérature

« On peut définir la science-fiction comme la branche de la littérature qui se soucie des réponses de l'être humain aux progrès de la science et de la technologie »

(Isaac Asimov).

Deux courants dominent.

Le premier est symbolisé par Isaac Asimov (1920-1992), le plus important des auteurs de science-fiction.

Son œuvre est composée de plusieurs centaines d'ouvrages. C'est en 1941 qu'il crée le personnage de Robbie, gentil robot.

D'une façon générale, les robots d'Asimov sont des créatures sensibles et des serveurs de l'homme.

En 1950, dans ses nouvelles *I, Robot*, Asimov énonce les trois lois de la robotique qu'il a imaginées dès 1940 (il est d'ailleurs l'inventeur du terme).

- *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 sont en contradiction avec la première loi. »
- *Troisième Loi* : « Un robot doit protéger son existence dans la mesure où cette protection n'est pas en contradiction avec la Première et/ou la Deuxième Loi. »

A l'opposé, Philip K. Dick a une vision plus pessimiste. Il met en scène des situations où les robots prennent le dessus sur l'homme en se retournant contre lui.

Il faut aussi noter de très nombreux robots dans la bande dessinée, au Japon et ailleurs, et ce dès 1930. Ces créatures mécaniques et surdouées renvoient presque toujours à des formes humanoïdes plus ou moins sophistiquées, plus ou moins évolutives. On en trouvera des exemples dans la fiche d'activités proposée (robot ouvrier, robot homme à tout faire, androïde...).

Au cinéma

La science-fiction au cinéma ne constitue pas un genre homogène. Elle est protéiforme dans ses thèmes et ses modes narratifs.

Les thèmes sont nombreux, voisins ou liés entre eux : le voyage dans le temps et dans l'espace, la description ou les récits d'autres mondes, la vie extraterrestre, la guerre des mondes, les mutations, les révolutions technologiques, le devenir de l'humanité... Pour le cinéma, la science-fiction est un réservoir inépuisable de situations spectaculaires où les effets spéciaux peuvent se déployer. Quant aux modes narratifs, ils foisonnent : la fiction spéculative, l'utopie, la féerie scientifique, le *space opera*, la politique-fiction dans un premier cercle ; le fantastique, le merveilleux, l'*heroic fantasy* et, pourquoi pas, le film « catastrophe » dans un second cercle.

A l'origine, on trouve *Le Voyage dans la Lune* de Georges Méliès (1902). C'est l'Allemagne expressionniste des années 20 qui donne à la science-fiction au cinéma ses lettres de noblesse avec *Metropolis* (1927) de Fritz Lang qui crée le premier robot, un robot femme.

Dans les années 30-40, à l'image d'un monde en malaise, les fictions de second ordre se multiplient avec des robots destructeurs.

Pendant la période de la guerre froide, les thèmes se renouvellent dans quatre directions caractéristiques : l'horreur atomique, les mutations provoquées par l'atome, les invasions d'extraterrestres menaçants, la conquête de l'espace et la politique-fiction.

A la fin des années 60, trois films vont revitaliser le genre : *Le voyage fantastique* de Richard Fleischer (1966), *La Planète des singes* de F. J. Schaffner (1967) et *2001, l'odyssée de l'espace* de Stanley Kubrick (1968). C'est ce dernier qui contient en germe toute la production à venir. Il s'interroge sur la place de l'homme dans l'univers, rattrape le temps perdu par le cinéma de science-fiction dans l'intégration des récentes données scientifiques et, enfin, accorde une exigence extrême à la qualité des effets spéciaux.

Les nouvelles technologies cinématographiques des années 80 (trucages sophistiqués et introduction de l'ordinateur) vont permettre de revisiter avec plus d'éclat des thèmes anciens. Avec en particulier *La guerre des étoiles* de George Lucas (1977), qui relance aussi bien l'engouement pour la science-fiction que pour les robots, et *Blade Runner* de Ridley Scott (1982) qui transpose à l'écran l'intrigue de Philip K. Dick mettant en scène des robots indifférenciables de l'homme. D'autres cinéastes vont imposer une image forte du robot-machine dont la détermination ne faillit jamais, notamment James Cameron avec *Terminator* (1984).

Aujourd'hui, quelques films isolés tentent de créer de nouvelles intrigues autour du problème du développement de l'affectif chez le robot. Citons *A.I. Artificial Intelligence* de Steven Spielberg (2001) et *I, Robot* d'Alex Proyas (2004).

Désertant quelque peu le cinéma, la science-fiction n'aurait-elle pas migré dans les jeux vidéo ou le multimédia, laboratoires visuels et sonores du XXI^e siècle ?

En conclusion, reprenons la phrase de Philippe Breton, anthropologue au CNRS : « Il est indéniable que le champ de la science-fiction et celui de la recherche en robotique, et en intelligence artificielle plus particulièrement, agissent mutuellement l'un sur l'autre. Par exemple, Isaac Asimov a écrit les Trois Lois fondamentales de la robotique, règles à respecter pour aller vers une évolution souhaitable de la robotique. La plus importante tient en cette phrase : un robot ne doit jamais nuire à un être humain. Ce précepte a fortement conditionné toutes les recherches actuelles. »

Ajoutons, enfin, que metteurs en scène et romanciers présentent à travers leurs œuvres une vision prospective des problèmes qui pourraient découler de l'arrivée dans notre vie quotidienne de robots de plus en plus nombreux et de plus en plus évolués et que, en ce sens, ils nous invitent à réflexion et interrogation.

GLOSSAIRE

Androïde : robot qui imite parfaitement l'homme.

Automate : appareil présentant l'aspect d'un être animé et capable d'en imiter les gestes.

Bionique : science qui étudie les phénomènes et les mécanismes biologiques en vue de leurs applications industrielles.

Capteur : élément qui permet de détecter des informations telles que la température, le bruit, la lumière et de les envoyer vers un système plus complexe.

Domotique : robotique et informatique au service de la maison de demain.

Humanoïde : robot qui ressemble aux êtres humains.
Ex. : Asimo.

Intelligence artificielle : terme désignant toutes les technologies qui ont pour but de donner à des machines (automa-

tes, robots) des facultés de perception, de raisonnement suivant une démarche proche de l'intelligence humaine.

Nanotechnologie : développement technologique se situant au niveau de l'atome.

Robot : machine dotée d'une mémoire et d'un programme capable de se substituer à l'homme pour effectuer certains travaux.

Robotique : étude et mise au point de machines automatiques qui permettent de remplacer ou prolonger les fonctions de l'homme.

Science-fiction : genre littéraire ou cinématographique qui nous transporte dans un monde fictif (autres temps, le plus souvent le futur, autres lieux) pour nous amener à nous interroger sur certaines conséquences du progrès scientifique et sur le devenir de l'humanité.