

# SYNTHÈSE DE DOSSIER

**DURÉE : 2 HEURES.**

## CONSIGNES

*A partir des seuls documents fournis, les candidats doivent rédiger une note de synthèse de TROIS PAGES MAXIMUM.*

*Il est rappelé que la Synthèse doit mettre en évidence les idées essentielles du dossier, sans aucun commentaire personnel, dans le cadre d'un PLAN aux structures apparentes (I<sup>e</sup> Partie, A, B, II<sup>e</sup> Partie, A, B) comportant chacune un titre, et traduisant une démarche réfléchie sur l'ensemble des éléments contenus dans le dossier.*

*Chaque fois qu'un candidat, dans la Synthèse, se réfère à un ou plusieurs documents du dossier, il doit citer entre parenthèses le ou les numéros du ou des documents concernés (exemple : doc. 1, doc. 2...).*

## SUJET

### LA ROBOTIQUE EN FRANCE

**Document 1** : « L'ère des robots-journalistes » (*Le Monde*, le 9 mars 2010).

**Document 2** : « Nao, le petit robot français qui séduit les Japonais » (site de la France diplomatie, publié le 1<sup>er</sup> janvier 2011).

**Document 3** : « Le robot en chirurgie : à qui profite-t-il vraiment ? » (*Le Monde*, le 16 novembre 2011).

**Document 4** : « Le Prophète de la robotique » (Entretien Bruno Bonnel, PDG de Robopolis, Usinenouvelle.com, le 6 janvier 2012).

**Document 5** : « La robotique fait son entrée au Collège de France » (Entretien avec Jean-Paul Laumond, *Le Figaro*, 19 janvier 2012).

**Document 6** : « Le robot est l'avenir de l'économie et de l'homme » (Usinenouvelle.com, le 1<sup>er</sup> septembre 2012).

**Document 7** : « Comment l'intelligence vient aux robots » (*Le Monde*, le 6 septembre 2012).

**Document 8** : « L'entreprise américaine Rethink Robotics s'apprête à commercialiser un robot humanoïde attentif à son environnement venant directement concurrencer ses collègues de travail » (*Le Figaro*, le 29 septembre 2012).

**Document 9** : « La robotique française attire les convoitises » (*Le Monde Economie*, le 1<sup>er</sup> octobre 2012).

**Document 10** : « Robots : le “made in France” à la rencontre du “Gangnam Style” »  
(*Libération*, le 26 octobre 2012).

**Document 11** : « Drones : des ONG demandent l’interdiction des “robots tueurs” »  
(*Le Monde*, le 20 novembre 2012).

**Document 12** : « La robotique française en force » (le 4 décembre 2012).

## DOCUMENT 1

### L’ère des robots-journalistes

A première vue, rien de surprenant. Un compte re du de sport d’une confondante banalité : « *Les efforts remarquables de Joe Mauer n’ont pas suffi à assurer la victoire des Minnesota Twins contre les Texas Rangers lundi dernier au stade d’Arlington. Les Rangers l’ont emporté sur un score de 8 à 5 (...) Quand il maniait la batte, Mauer a été excellent de bout en bout. Il a marqué une fois dans la première manche et deux fois dans la sixième. Du côté des Texans, l’artisan de la victoire est sans conteste Tommy Hunter, qui a remporté avec brio son cinquième match d’affilée...* » Un article de sport comme il en existe donc des milliers, publiés dans les pages sport de la presse américaine. Seule différence, mais de taille : il est signé *The Machine*, préparé et rédigé par un programme d’intelligence artificielle, baptisé Stats Monkey.

Depuis des décennies, dans le monde, des ouvriers découvrent un beau matin qu’ils vont être remplacés par un robot. Si les journalistes se croyaient à l’abri de ce genre de mésaventure, ils avaient tort. Depuis quelques mois, ils peuvent aller à Evanston (Illinois), près de Chicago, pour voir et tester le système qui va peut-être bientôt les suppléer. Il est tapi dans un réseau d’ordinateurs appartenant au laboratoire d’information intelligente (Infolab), installé sur le campus de l’université du Northwestern.

Pour déclencher Stats Monkey, il suffit qu’un humain lui indique quel match il doit couvrir. Une fois lancé, il travaille automatiquement de A à Z. Il peut fournir plusieurs versions, rédigées dans un style plus ou moins imagé (« *Les Minnesota Twins ont : perdu/reçu une sévère correction/esquinté leurs battes en pure perte...* ») ou encore deux articles adoptant le point de vue de l’une ou l’autre équipe. Il ira même chercher sur Internet les photos des principaux joueurs. Le tout en deux secondes chrono, qui dit mieux ? Le rêve de tout chef de service : un journaliste rapide, pas cher, sans états d’âme.

Stats Monkey a été imaginé par les professeurs Larry Birnbaum et Kris Hammond, spécialistes d’intelligence artificielle. Puis son développement a été confié à John Templon, 27 ans, diplômé de journalisme, et Nick Allen, 25 ans, informaticien. M. Allen estime que le but est quasiment atteint : « *Les articles écrits par The Machine sont très proches des dépêches sportives de l’agence Associated Press, qui sont souvent reprises telles quelles par les journaux.* »

La première version de la liste de phrases-clés a été réalisée manuellement, mais, à l’avenir, Stats Monkey l’enrichira automatiquement, en décortiquant de gros volumes d’articles écrits par des humains. Il pourra même imiter le style d’écriture de tel ou tel journaliste connu.

Une version commerciale de Stats Monkey sera bientôt accessible en ligne. Kris Hammond vise en priorité les journaux locaux et les sites Web de sport, qui n’ont pas les moyens de payer des pigistes pour écrire les comptes rendus de tous

les matches de leur région : « *Il y a aux Etats-Unis 160 000 équipes scolaires de base-ball qui n'intéressent pas les journalistes, mais qui passionnent des millions de gens.* »

Infolab a l'intention d'adapter Stats Monkey à d'autres sports, notamment le football et le basket-ball. Il souhaite également se lancer dans le secteur de la finance et de la Bourse – où, là aussi, les journalistes utilisent massivement un nombre assez limité d'expressions toutes faites. A nouveau, Kris Hammond parle chiffres : « *54 000 sociétés américaines sont cotées en Bourse, et chacune d'elles doit publier des données chiffrées, qui intéressent les actionnaires, les employés, les clients... Or, à peine 3 000 d'entre elles sont suivies par la presse économique.* »

Reste une question épineuse : si l'on met en place un système efficace et bon marché pour couvrir les matches locaux et la vie des PME, pourquoi ne pas étendre peu à peu son usage aux rencontres importantes et aux grosses entreprises ? M. Hammond a une réponse toute faite : « *Notre but est juste de fournir aux journalistes des outils qui les débarrasseront des tâches les plus répétitives et les moins intéressantes. Ils dégageront ainsi du temps pour accomplir leurs missions nobles : reportages de terrain, investigations, analyses...* »

Au même étage, trois chercheurs mettent au point un système expérimental baptisé News at Seven, qui fabrique des mini-journaux télévisés pour Internet, présentés par Zoe et George, deux personnages de dessin animé. Le spectateur se contente de choisir trois thèmes d'actualité – par exemple politique intérieure, basket-ball et nouveau film –, News at Seven se charge du reste. Il parcourt une série de sites d'informations pour trouver des textes pertinents, qu'il raccourcit. Puis il les envoie vers un logiciel de synthèse vocale, qui crée deux fichiers audio – une voix d'homme, et une de femme. Les textes sont aussitôt dits à l'écran par Zoe et George.

Dès le lancement des projets, les responsables d'Infolab avaient poussé les jeunes chercheurs à aller faire des stages de formation à l'école de journalisme Medill, rattachée à l'université. Nathan Nichols, diplômé d'informatique travaillant sur News at Seven, se souvient qu'au début la collaboration n'était pas idéale : « *Des étudiants demandaient à leurs profs : faut-il vraiment aider ces gens à détruire nos futurs emplois ? Et certains profs semblaient assez d'accord avec eux.* » Pour combler ce fossé, Infolab et Medill ont créé en 2009 un organisme commun d'enseignement et de recherche, le Centre d'innovation en technologie, médias et journalisme, qui va accueillir des étudiants venus des deux écoles et leur apprendre à travailler ensemble.

Larry Birnbaum est conscient de l'impact de ses inventions : « *Nous sommes en train de créer un paysage médiatique que nous ne comprenons pas encore, mais nous savons déjà que l'organisation économique des médias devra s'y adapter. Le défi sera d'intégrer les valeurs classiques du journalisme dans ces nouveaux outils.* »

## DOCUMENT 2

### Nao, le petit robot français qui séduit les Japonais

Tokyo a acquis trente de ces petits humanoïdes auprès de la société Aldebaran Robotics. En faisant son entrée dans l'archipel, pays où les robots sont rois, la France commence à combler son retard sur le Japon et les Etats-Unis.

Il a fait sensation l'été dernier en dansant sur le « Boléro » de Maurice Ravel au Pavillon France, lors de l'exposition Universelle de Shanghai. Nao a beau n'avoir que quatre ans d'existence, il a déjà fait le tour des universités étrangères : Alde-

baran Robotics en a vendu plus de 200 aux laboratoires de Harvard et Stanford aux Etats-Unis, à plusieurs universités chinoises et françaises. Cette fois, c'est le Japon qui l'a adopté.

« *Entre les robots très sophistiqués mais financièrement inaccessibles et les robots ludiques peu performants mais abordables, il n'y a plus que Nao qui permette d'effectuer des recherches à un prix raisonnable* » assure Bruno Maisonnier, le président d'Aldebaran Robotics, société française, créée il y a seulement cinq ans et devenue, grâce à Nao, un acteur majeur de la robotique humanoïde européenne. Si l'université de Tokyo a choisi de se tourner vers la technologie française, c'est justement grâce aux qualités de Nao, à la fois performant et accessible. Dans le cadre d'un programme éducatif proposé par Aldebaran, permettant aux établissements universitaires d'acquérir ces robots à tarif préférentiel, l'université de Tokyo a pu acheter le robot pour moins de 12 000 euros pièce. En comparaison, le robot humanoïde Qrio de Sony et son chien Aïbo ne sont plus fabriqués... tant ils sont coûteux ! Trop onéreux mais également trop sophistiqués pour des étudiants en robotique dont l'objectif est justement de travailler à améliorer les compétences de l'humanoïde. « *Nous allons utiliser ce robot à plusieurs fins, pour les études de mouvements et de la communication entre les hommes et les robots* », précise le professeur Yoshihiko Nakamura, à la tête du département de robotique de l'établissement japonais.

Nao, avec sa petite taille (58 cm), et ses capacités d'interaction variées tombait à pic. Ce petit robot peut parler, danser, détecter des chutes, se relever quand il tombe, jouer au foot, attraper des objets et se connecter à Internet via une connexion sans fil, le tout avec un sacré sens de l'équilibre. Les Japonais veulent donc étudier Nao, et le programmer pour imaginer de nouvelles applications, notamment dans le but d'aider les personnes âgées. Car sur l'archipel comme ailleurs, l'aide aux seniors ou aux personnes dépendantes représente l'un des principaux marchés futurs de la robotique.

Nao pourrait apprendre à jouer aux cartes ou aux échecs, à lire des mails ou des histoires, bref à devenir un partenaire de jeu ou un garde-malade, qui ne remplacerait certes pas le regard ni la présence humaine mais en serait un complément précieux.

La France, longtemps derrière le Japon et les Etats-Unis dans le domaine de la recherche en robotique humanoïde, tente de rattraper son retard depuis une dizaine d'années. En 2004, le Centre national de la Recherche scientifique a passé un accord avec l'AIST (l'Agence des sciences et techniques industrielles), son homologue nippon. Installés à Versailles et à Tsukuba chercheurs japonais et français travaillent conjointement sur l'amélioration du robot humanoïde japonais HRP2.

Aldebaran Robotics pense déjà à l'après-Nao. Son nom : Roméo, projet-phare de la robotique française. Pour 10 millions d'euros, dont la moitié de subventions publiques de la région Ile-de-France, de la ville de Paris et de la récente Direction générale de la Compétitivité, de l'Industrie et des Services (DGCIS), la fine fleur de la robotique hexagonale planche sur la création d'un robot humanoïde d'1 m 40, capable d'aider une personne âgée au quotidien, à savoir l'aider à ouvrir et fermer une porte, manipuler un verre d'eau, ou un trousseau de clés.

Un androïde très poli, mais qui devra aussi, et c'est là tout le défi technique, être capable d'aider une personne à se relever en cas de chute. Roméo, qui sera en quelque sorte le grand frère de Nao, devra attendre 2015 pour être disponible au grand public. Nao, lui, restera sans doute l'enfant chéri des laboratoires et il aura permis à la France de se placer dans cette course aux robots qui n'a rien d'une utopie. Une étude menée par la chambre économique de l'ONU prévoit que l'industrie du robot personnel sera au *xxi*<sup>e</sup> siècle ce que l'automobile a été au *xx*<sup>e</sup> siècle.

**DOCUMENT 3****Le robot en chirurgie : à qui profite-t-il vraiment ?**

Le prochain scandale sanitaire viendra-t-il du robot chirurgical ? A l'heure où les acteurs de la santé sont sommés de faire des économies, il est curieux de constater qu'un outil aussi cher et dont l'intérêt médical reste pourtant controversé suscite un tel engouement.

Ces dernières années, le nombre d'hôpitaux et de cliniques se dotant d'un robot a littéralement explosé. Une soixantaine d'établissements en France en sont aujourd'hui équipés, soit trois fois plus qu'en 2009. Pourtant, on ne peut pas dire que le robot soit bon marché. Il faut compter entre 1,5 et 2 millions d'euros à l'achat, auxquels s'ajoutent les frais de maintenance d'au moins 120 000 euros par an. Lorsqu'on prend également en compte le prix des instruments, le surcoût peut aller jusqu'à 4 000 euros par intervention. Quand tant de restrictions budgétaires sont imposées au monde médical, comment justifier de telles dépenses ?

L'explication est simple : le robot est devenu une vitrine. Largement vanté par la société qui le commercialise et par les établissements qui en disposent, il joue un rôle marketing déterminant en attirant des patients éblouis par l'image de modernité. En particulier dans le domaine de l'urologie, où il est surtout utilisé pour la prostatectomie, intervention qui consiste à retirer la prostate. Cet effet d'aubaine a permis à certains centres sans renommée d'augmenter rapidement leur activité, et à des praticiens autrefois anonymes de se faire un nom. Des nouveaux « experts » qui sont ensuite rémunérés par la société qui commercialise ce robot pour assurer la formation des débutants...

Mais en dehors de la publicité, ce robot a-t-il vraiment un intérêt ? Pour les chirurgiens, c'est possible. Car il permet une vision tridimensionnelle, facilite la gestuelle et offre un confort ergonomique. L'opérateur est assis devant un écran et manipule des joysticks, eux-mêmes reliés aux bras du robot qui tiennent les instruments. Pour les malades en revanche, rien n'est moins sûr. Aucune étude n'a clairement montré de bénéfice par rapport à la voie ouverte ou la cœlioscopie, notamment pour la prostatectomie. Quelques publications suggèrent une réduction du saignement, une convalescence plus rapide ou une amélioration de la continence urinaire et des érections. Mais d'autres rapportent le contraire, et il persiste aujourd'hui un grand vide scientifique sur la question. A tel point qu'une étude médico-économique récente, publiée par l'Agence canadienne des médicaments et des technologies de la santé, remettait fortement en question l'intérêt de cette technique. Dans cette analyse qui prenait en considération le coût du matériel, l'activité générée, les complications et la durée d'hospitalisation, il apparaissait que la prostatectomie était l'intervention la moins « rentable » pour le robot.

S'il est un grand gagnant dans cette histoire, c'est surtout la société qui le commercialise. Pour chaque acquisition, une formation des chirurgiens et panseuses est obligatoire. Son coût est de 7 000 euros pour une équipe réduite à quatre personnes et sur deux journées. Surtout, il faut savoir que la compagnie jouit d'un monopole sur l'intégralité du matériel. L'usage des instruments est limité, chaque pince ne pouvant servir que dix fois malgré un prix unitaire de 2 000 euros. Le robot ne démarrera pas la onzième intervention si les instruments ne sont pas neufs. Le comble, c'est que chaque établissement est censé renouveler son robot lorsqu'il n'est plus du dernier cri, sans quoi la maintenance n'est plus assurée. Les robots de l'ancienne génération sont ainsi repris

à bas prix en échange de l'achat d'un nouveau. C'est d'ailleurs ce qui menace aujourd'hui trois hôpitaux parisiens dotés d'un vieux modèle, acheté au début des années 2000. Les services concernés sont inquiets : ils se demandent bien si l'Assistance publique aura les moyens de payer !

Le robot est sans doute une technologie d'avenir et son coût devrait diminuer. Mais en attendant, dans une période marquée par les déficits, il devient urgent de mener une réflexion globale sur son utilisation. Faut-il faire marche arrière ? Faut-il davantage le mutualiser entre les hôpitaux ? Faut-il le répartir en fonction des besoins régionaux ? Autant de questions à résoudre si l'on veut mener une politique médicale responsable. Ce qui est sûr en tout cas, c'est qu'il faudrait davantage l'évaluer au lieu d'en faire une promotion aveugle.

## DOCUMENT 4

### Le Prophète de la robotique

**ENTRETIEN** : Bruno Bonnel, ancien PDG d'Atari et dirigeant actuel de Robopolis à Lyon, lance dans les prochaines semaines un fonds d'investissement spécialisé dans la robotique. Grâce à un partenariat avec Orkos Capital et la participation de la caisse des dépôts, il pourra injecter entre 300 000 et 3 millions d'euros dans la filière. Explications.

#### **L'Usine Nouvelle - Pourquoi créer un fonds d'investissement uniquement dédié à la robotique ?**

**Bruno Bonnel, PDG de Robopolis** - Le secteur de la robotique en France a un grand potentiel, mais est en manque de capitaux propres. En travaillant avec Awabot ou POB Technology, j'ai découvert la difficulté de mettre en place des plans d'investissement.

Selon l'International Federation of Robotics, le marché de la robotique pourrait être multiplié par trente d'ici 2020. En France, nous avons de bons centres de recherche et quelques start-ups qui se battent. Mais ces entreprises manquent de moyens. Contrairement à la filière du logiciel, la robotique exige des investissements lourds et nécessite donc des fonds propres. Or les structures capitalistiques actuelles ne sont pas orientées vers ce thème.

J'ai voulu créer le premier fonds sectoriel consacré à la robotique de service. Cette structure sera destinée à soutenir tout type d'entreprise, des composants aux logiciels pour robots.

#### **L'Usine Nouvelle - Existe-t-il actuellement un tissu d'entreprises en France dans lequel vous pourriez investir ?**

**Bruno Bonnel, PDG de Robopolis** - Nous avons déjà identifié 450 entreprises potentiellement intéressées, au niveau européen. Environ un tiers d'entre elles sont en France. Nous avons déjà visité une trentaine de sociétés. C'est un cercle vertueux, nous découvrons de nouvelles entreprises en permanence.

Nous sommes toujours aujourd'hui en recherche de dossiers. Nous comptons investir sur une trentaine de projets. Cela devrait donner moyen aux sociétés concernées de s'exprimer. J'espère que d'autres fonds s'intéresseront au secteur.

**L'Usine Nouvelle - Quelles sont les différences entre votre fonds d'investissements et les autres déjà présents sur le marché ?**

**Bruno Bonnel, PDG de Robopolis** - Nous sommes un fonds sectoriel, focalisé uniquement sur la robotique. Nous sommes donc positionnés sur une filière en devenir, en amont de la vague.

**L'Usine Nouvelle - Quelles sont les prochaines applications de la robotique qui vont se démocratiser ?**

**Bruno Bonnel, PDG de Robopolis** - Les applications domestiques sont en avance aujourd'hui. Nous voyons actuellement beaucoup de choses bouger dans le domaine agricole. L'essor du bio entraîne un développement de l'utilisation de robots dans les champs, ou dans des étables par exemple. Parmi les autres domaines intéressés par la robotique actuellement, on trouve le transport, ou le médical. Chez les patients pour suivre leur état de santé, mais également dans les salles d'opération.

Je reste général, mais c'est une spécificité du secteur. Si la robotique va connaître une forte croissance, c'est grâce à ce qu'on appelle la croissance 3D. D comme district, territoire : la croissance est à l'échelle mondiale. D comme domaine : tous les secteurs sont concernés. Et enfin D comme *device* (dispositif, appareil) : les robots spécifiques se multiplient. La croissance de la robotique a lieu dans toute les directions en simultanée.

**L'Usine Nouvelle - Quelles sont les passerelles entre robotique de service, à destination des particuliers, et robotique industrielle ?**

**Bruno Bonnel, PDG de Robopolis** - Les sociétés qui produisent des robots industriels peuvent passer à la robotique personnelle. Ils ont les compétences, et je pense que cela va arriver. Comme les géants des débuts de l'informatique, qui se sont mis à fabriquer des PC.

Mais le plus intéressant est ailleurs. Je vois surtout arriver un changement de mentalité. Aujourd'hui dans l'industrie, on considère le robot comme un élément d'une chaîne. Alors que le robot de service, à l'image de l'aspirateur Roomba, sont autonomes. Des robots industriels pourraient devenir plus autonomes, plus multitâches. Avec cette évolution, on ne parlerait plus d'infrastructure pour un robot, mais de mobilité. On peut imaginer qu'on sorte du taylorisme dans l'utilisation de la robotique, et qu'on avance vers plus de subtilité, plus de sur-mesure.

## DOCUMENT 5

---

### La robotique fait son entrée au Collège de France

**INTERVIEW** - « *La robotique fait son entrée au Collège de France. Jean-Paul L Hammond, roboticien et directeur de recherche au Laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes à Toulouse, tient à partir de jeudi la chaire annuelle d'innovation technologique Liliane Bettencourt. La robotique va ainsi faire ses premiers pas dans la plus prestigieuse des institutions françaises du savoir. Il fait le point sur la discipline et ses enjeux.* »

## LE FIGARO - Quelle est la spécificité de la robotique ?

**Jean-Paul LAUMOND** - La robotique traite du rapport que peut entretenir une machine, qui bouge et dont les mouvements sont dirigés par un ordinateur, avec le monde réel. Elle exclut ainsi tous les automates dont les commandes sont codées mécaniquement, comme ces pantins dans les vitrines de Noël, et tous les ordinateurs qui font des calculs très sophistiqués, mais ne bougent pas.

### À quoi servent les robots ?

**Jean-Paul LAUMOND** - Les robots assembleurs, soudeurs ou peintres, se sont largement répandus dans les chaînes de production du monde entier depuis l'apparition en 1961 du premier robot « Unimate » sur une chaîne de production de General Motors (on fait d'ailleurs coïncider la naissance de la robotique avec cette première). L'exploration spatiale est un autre débouché évident. Le rover Curiosity, envoyé vers Mars en novembre, en est le dernier exemple en date. Dans le domaine médical, on a dépassé le cap du million de patients opérés avec l'assistance de robots chirurgicaux.

### Quelles sont les perspectives d'évolution ?

**Jean-Paul LAUMOND** - Les premiers exosquelettes (des armatures « intelligentes » qui s'adaptent sur les bras ou les jambes, ndlr) seront bientôt opérationnels. Ils pourront être utilisés pour faciliter le déplacement et remettre debout les personnes à mobilité réduite. Les militaires sont également très intéressés. Ces structures permettront aux soldats de marcher plus longtemps en portant des charges plus lourdes. A plus long terme, le défi est de faire entrer le robot dans les maisons pour effectuer des tâches quotidiennes. Les robots-aspirateurs autonomes qui existent ne sont que les prémices de cette évolution.

### Quels problèmes se posent encore ?

**Jean-Paul LAUMOND** - Il faut que les machines s'adaptent à un monde dans lequel l'homme, mais aussi des bébés et des animaux domestiques, sont présents. La première difficulté pour le robot va être de les reconnaître, ne serait-ce que pour des raisons de sécurité. Il faudra ensuite que la machine puisse comprendre les comportements de l'homme et communiquer avec lui. Les commandes vocales sont d'ores et déjà disponibles. Mais il faudra aussi que les robots puissent interpréter des gestes pour rendre les interactions plus naturelles.

### Faut-il un cadre éthique pour la production de ces nouveaux robots ?

**Jean-Paul LAUMOND** - Il faut laisser les écrivains de science-fiction à leurs fantasmes : les robots ne représentent pas un danger en soi. Comme toute nouvelle technologie, c'est l'utilisation qui en sera faite qui peut poser problème. Il est difficile d'anticiper ces usages et leurs conséquences. Aux débuts du téléphone portable, qui aurait pu prédire la manière dont ce nouveau moyen de communication allait transformer nos modes de vie ? Qu'il permettrait de sauver des vies humaines ? Il ne faut pas non plus oublier que personne ne prévoyait aux débuts de l'automobile que cette « machine » tuerait chaque année des milliers de personnes. Nous sommes au commencement de la robotique. Gageons que nous saurons l'utiliser pour notre bien. La robotique chirurgicale contribue déjà à sauver des vies humaines.



## DOCUMENT 6

## Le robot est l'avenir de l'économie et de l'homme

Trop ou pas assez de robots, se demandait le Medef lors de sa conférence d'été. Pour la ministre Fleur Pellerin, la réponse ne fait aucun doute : pas assez. Et d'afficher son ambition de développer une filière qui soit leader dans le monde. Et ce ne sont pas les 3 000 robots NAO vendus par Patrice Bigeard de chez Aldebaran Robotics, qui la feront changer d'avis : « *Il en a vendu trop à l'étranger pas assez en France* », note-t-elle.

Les chiffres annoncés par Gérald Karsenti, le président d'HP France illustrent aussi un autre retard français en matière de robotique industrielle. « *Il y a quatre fois plus de robots en Allemagne et deux fois plus en Italie* », rappelle-t-il.

Le président du pôle de compétitivité Cap Digital partage le diagnostic de Fleur Pellerin : les robots sont un secteur d'avenir « *nos enfants vivront avec la robotique ce que nous avons vécu avec Internet* ».

Le moteur de cette croissance annoncée ? Certes les progrès techniques et les innovations à venir, mais surtout les besoins à venir. C'est la demande qui fera les succès, pour reprendre la classique distinction entre innovation tirée par la R et D ou par le marketing.

Déjà, Patrice Bigeard de chez Aldebaran Robotics pointe une évolution : « *les demandes arrivent de partout, notamment du secteur de la santé et des hôpitaux* », témoigne-t-il. Pour étayer son propos, il cite une loi californienne qui interdit aux personnels hospitaliers de se baisser pour relever une personne qui a chuté.

Conséquence : les robots apparaissent comme une solution attrayante. Même chose au Japon, où pour faire face au vieillissement de la population, les robots devraient devenir des aides à domicile. Et les robots ne seront pas que des substituts au travail humain, ils pourraient être aussi des compléments, pour doter l'humanité d'un corps augmenté.

### **Encourager l'enseignement des sciences de la robotique**

A l'image des pansements du troisième type promis par Pierre Moustial, le directeur général de Vivasanté « *nous avons développé avec Philips et le CEA un pansement intelligent avec des capteurs. Un jour prochain, le pansement pourra analyser la situation, prendre des décisions et agir.* »

Pour Laurent Dassault, l'attrait du robot est aussi financier : « *pour peindre une voiture d'avion, il faut 2 jours pour un robot et 6 jours à un homme.* » rappelle-t-il. Un avantage qui améliore la compétitivité du site de production France et contribuera à « *réduire les délocalisations ou le recours à l'offshore* », estime le président d'HP France.

Reste à savoir comment la France pourrait combler son retard. Là les avis sont partagés, entre ceux qui comme l'écrivain Daniel Ichbiah estiment que la France a un retard qu'elle ne pourra pas combler et préconisent de miser sur le logiciel (comme on l'a fait pour le jeu vidéo, à défaut de produire des consoles) et d'autres qui pensent que tout est encore possible.

Fleur Pellerin est de ceux-là. Si elle ne croit pas aux plans volontaires à la française, elle a indiqué avoir travaillé avec la ministre de la Recherche, Geneviève Fioraso, pour encourager l'enseignement des sciences de la robotique, tout en notant que le côté généraliste des ingénieurs français est un atout pour cette discipline qui emprunte à beaucoup d'autres.

Autre piste privilégiée par la représentante du gouvernement : les moyens pour faciliter les transferts de technologie entre le monde académique et les entreprises,

mais aussi les problèmes de financement. Les entreprises françaises du secteur restent de taille modeste et ont des problèmes de cash-flow, car développer un robot coûte très cher.

« Ces entreprises ont des problèmes de capitaux propres. Bruno Bonnell a lancé un fonds pour la robotique. La robotique doit être reconnue comme une filière prioritaire. » Pour Philippe Lemoine, le président de LaSer, la réflexion doit porter sur la question des finalités du robot.

## DOCUMENT 7

### Comment l'intelligence vient aux robots

Depuis les années 80, les robots sont de plus en plus en plus utilisés dans l'industrie. Grâce à l'Intelligence artificielle (IA), ils sont capables de seconder l'être humain dans des tâches éprouvantes ou exigeant de la précision.

Pour le grand public, un robot doué d'une Intelligence artificielle (IA) ressemble à C3PO de *La guerre des étoiles*. Ce décalage entre les attentes du grand public (et de certains secteurs d'activité) et la recherche s'explique par une mauvaise interprétation du concept d'Intelligence artificielle et par une méconnaissance des avancées de la robotique. Quand l'expression « IA » est apparue dans les années 50, les scientifiques avaient en tête une vue précise : prendre les facultés liées à l'intelligence et se demander, pour chacune d'entre elles, si on peut la décomposer en mécanismes reproductibles sur ordinateur ou, plus généralement, par une machine.

Les robots sont des entités autonomes. On les classe en deux grandes familles : les robots matériels (d'ailleurs, le mot « robot » vient d'une pièce de théâtre tchèque dans laquelle apparaissaient des travailleurs artificiels, désignés par le mot « robotta » qui signifie travail en tchèque) et les robots virtuels.

#### **Remplacer l'homme en milieu hostile**

De leur côté, les robots virtuels se déplacent sur la toile. À titre d'illustration, les moteurs de recherche font appel à des robots virtuels qui aspirent le contenu des sites pour, ensuite, les indexer. Ce sont des programmes informatiques que l'on appelle parfois des agents, parce qu'ils agissent. Mais, à la différence des robots matériels, leurs actions restent confinées à l'univers informationnel. C'est pour cela qu'on les qualifie de virtuels.

L'IA joue un rôle majeur pour ces deux catégories. Dans les années 80, nous avons vu apparaître des robots sur des chaînes de montage afin de remplacer progressivement le travail très mécanique et répétitif réalisé par des ouvriers. Il y a eu ensuite des machines de plus en plus perfectionnées. Elles sont devenues indispensables dans des opérations exigeant des dosages fins ou des gestes très précis, comme en pharmacie et en chirurgie. On les emploie aussi dans les milieux dits hostiles, parce que dangereux pour l'homme, comme les centrales nucléaires ou l'espace. Enfin, on fabrique des robots compagnie qui assurent une présence aux personnes âgées et aux petits enfants.

Aujourd'hui, les robots industriels présentent des capacités avancées de perception, d'interprétation de l'environnement et donc d'adaptation à des contextes changeants. L'un des exemples de cette évolution est **ROBM@RKET**. Plusieurs fois primé, il travaille dans des entrepôts de la grande distribution, pour la préparation des commandes ; le robot chariot manutentionnaire se déplace de manière autonome pour atteindre un rayonnage particulier puis saisir et transporter un objet désiré avec son bras articulé.

### ***L'intelligence des objets de la vie quotidienne***

De son côté, le projet ARMS applique des technologies de capteurs intelligents et de perception active à un domaine jusqu'ici peu abordé par la robotique, celui de l'industrie agroalimentaire. Il s'agit de concevoir un système multibras pour découper de la viande de bœuf, ce qui implique d'être capable de prendre en compte les différentes matières rencontrées : os, muscle, articulations.

Et demain ? Les robots vont être de plus en plus présents dans notre vie quotidienne. Ce devrait être le cas des véhicules automatiques comme les rames de métro (comme celles de la ligne 14 du réseau parisien). Des programmes de recherches, comme ceux de Google, visent à améliorer les voitures autonomes capables de se déplacer en ville par exemple. Ces projets n'aboutiront peut-être pas à la généralisation des véhicules sans conducteur. Mais ils permettront, sans aucun doute, d'améliorer la sécurité routière, comme ce fut le cas avec les systèmes empêchant le blocage des roues.

En attendant, l'IA se cache dans des appareils plus anodins comme les tondeuses à gazon, les aspirateurs ou les robots d'aide à la personne. Des secteurs en pleine croissance. Par exemple, l'aspirateur-robot Roomba s'est vendu, en 2010, à plus de 100 000 exemplaires en France.

## **DOCUMENT 8**

L'entreprise américaine Rethink Robotics s'apprête à commercialiser un robot humanoïde attentif à son environnement venant directement concurrencer ses collègues de travail.

Il s'appelle Baxter, et sera peut-être votre prochain collègue de travail. C'est en tout cas ce que propose l'entreprise américaine Rethink Robotics en commercialisant ce robot humanoïde à partir d'octobre au prix de 22 000 dollars (17 000 euros). Il se distingue des automates utilisés jusqu'ici, notamment dans l'industrie automobile, puisqu'il peut interagir avec son environnement. Il ralentit préventivement sa cadence si un technicien s'approche, et ne nécessite donc pas de cage de sécurité. Ses articulations truffées de capteur lui permettent de s'adapter à un contact imprévu. Selon l'entreprise à l'origine de ce projet, moins de trente minutes sont nécessaires pour lui enseigner une nouvelle tâche : il suffit de le prendre par la main et de lui montrer l'action à effectuer. Quant aux yeux qui apparaissent sur son écran LCD, ils permettent d'anticiper quelle sera sa prochaine action.

### ***Craintes pour l'emploi***

Ce nouveau robot est mis en vente alors que selon un sondage TNS Sofres publié cette semaine les trois quarts des Français pensent que les robots « volent le travail des gens », un peu plus que la moyenne des Européens (70 %). Les résultats montrent une ligne de fracture entre les pays du Nord où les habitants sont moins nombreux à partager cette opinion (51 % aux Pays-Bas, 55 % en Finlande) et ceux du Sud où une écrasante majorité de personnes pensent qu'ils sont une menace pour l'emploi (89 % au Portugal, 84 % en Espagne). Le document publié par l'institut de sondage montre que l'usage de la robotique est encore très limité en Europe, avec 12 % des citoyens européens utilisant ou ayant utilisé des robots à leur domicile ou au travail.

Cette appréhension face aux avancées de la robotique n'est pas partagée par tous. Un article publié par le *Frankfurter Allgemeine Zeitung* démontre que la généralisation des robots en entreprise est également la source de créations d'emplois : « L'automatisation peut faire disparaître des emplois. Mais quand elle rend l'entre-

prise compétitive et quand l'écoulement des produits est boosté par le processus d'automatisation, la production augmente. Ce qui peut plus que compenser les emplois qui ont été supprimés à l'origine », explique Norbert Irsch, économiste en chef de la banque d'Etat allemande KfW. Ce point de vue est relayé par un rapport de l'International Federation of Robotics (IFR), « *Positive Impact of Industrial Robots on Employment* », selon lequel le million de robots utilisé dans l'industrie est à l'origine de la création de trois millions de postes.

## DOCUMENT 9

### La robotique française attire les convoitises

La voix est métallique, étrangement douce. « *Bonjour !* » Chez Aldebaran, c'est NAO le robot qui officie à l'accueil. Les 180 experts en logique, mécanique, électronique ou informatique qui passent devant le petit humanoïde de 56 centimètres ont pris l'habitude de le saluer comme un banal collègue. L'endroit, un ancien bâtiment EDF à deux pas de la gare Montparnasse, à Paris, a vu naître 2 600 NAO, dans une maternité qui ressemblerait plus à un atelier artisanal qu'à une usine futuriste. A vrai dire, on ne saurait le confirmer : l'accès est strictement interdit aux visiteurs.

Exit la science-fiction, la robotique est d'ores et déjà devenue un enjeu économique crucial. « *Essentiel pour la compétitivité future de l'Europe*, juge même Neele Kroes. *En le développant, nous allons créer des emplois et renforcer l'industrie manufacturière européenne.* »

La vice-présidente de la Commission européenne, responsable de la stratégie numérique, a annoncé, le 18 septembre, le lancement d'un grand partenariat public-privé, dont les contours seront définis en 2013. Dans son viseur, un marché qui devrait atteindre 100 milliards de dollars (77,7 milliards d'euros) en 2020, pour la seule robotique de services, selon la Fédération internationale de robotique.

#### « Pas d'acheteur »

L'Europe réagit alors que le landerneau robotique français s'interroge sur le flou qui entoure Aldebaran, l'un de ses fleurons. Retour en juillet 2011. Le président-fondateur d'Aldebaran, Bruno Maisonnier, cherche des fonds. Il toque à la porte du Fonds stratégique d'investissement. Mais ce guichet ne concerne que les entreprises profitables. On le renvoie vers le tout frais Fonds national sur la société numérique (FSN PME).

« *Le 2 décembre 2011, nous avons validé le principe d'un investissement de 3 millions d'euros, qui devait permettre l'accélération du développement de la société. Quelques semaines plus tard, les dirigeants d'Aldebaran nous faisaient part d'une autre offre, en provenance d'un investisseur industriel. Leurs actionnaires ont préféré accepter cette dernière plutôt que la nôtre qui repoussait leur échéance de sortie* », raconte Véronique Jacq, responsable du FSN PME à la CDC Entreprises. Le 11 mars 2012, un article du *Financial Times* jette NAO dans les bras de Soft-Bank, un groupe japonais, pour 100 millions d'euros. Bruno Maisonnier corrige : « *Il s'est passé quelque chose, mais ce n'est ni le bon nom ni le bon montant.* » L'accord de confidentialité ne sera levé que début 2013.

Depuis l'été, Aldebaran a recruté et racheté Gostai, société experte en langage robotique. Un autre héraut de la robotique française...

Les pépites hexagonales attirent, même au pays des robots, le Japon, diront les optimistes. Les autres s'inquiéteront de voir ces mêmes pépites battre capitaux

étrangers et constater nos difficultés à financer la croissance des entreprises à fort potentiel. Car ce potentiel ne manque pas.

La Direction générale de la compétitivité, de l'industrie et des services a publié, en juin, un rapport sur le sujet. Verdict ? Une dizaine de PME françaises peuvent produire un engin complet. Comme Robotswim et son robot poisson. Les géants comme EADS, Dassault ou Sagem, eux, se focalisent sur les drones militaires.

Côté recherche, une soixantaine d'équipes travaillent sur le sujet. « *Nous sommes bons, mais derrière les Etats-Unis, le Japon et l'Allemagne* », constate Philippe Bidaud. Le directeur du Groupement de recherche en robotique, dépendant du CNRS, peine pourtant à nouer des partenariats avec des entreprises.

Les petites raisonnent à trop court terme, les grandes n'y voient pas assez de débouchés. « *Ce n'est pas facile de trouver des marchés hors militaire. Il faut inventer les bonnes applications* », souligne le PDG de Parrot, Henri Seydoux, qui lorgne sur les drones civils et les robots ludiques.

Le défi n'est pas évident pour des petites entreprises montées par des scientifiques, naturellement « *tournées vers la technologie plutôt que vers le marketing, le design ou le commercial* », explique Catherine Simon, directrice du Salon lyonnais InnoRobo.

EOS Innovation, créée en 2010, en est le parfait exemple. « *Au départ, nous voulions fabriquer un robot majordome. Nous y sommes parvenus, mais il n'y avait pas d'acheteur. Donc nous avons conçu un robot capable de faire des rondes dans les entrepôts* », explique David Lemaitre, qui cherche 1 million d'euros pour lancer la production de son vigile.

Bonne nouvelle pour lui, un fonds de capital-risque doté de 60 millions d'euros, Robolution Capital, devrait commencer à investir dans des sociétés robotiques européennes dès le premier semestre 2013. « *Il n'est pas trop tard. Nous avons une carte à jouer en Europe et en France* », assure Bruno Bonnell, impliqué dans ce fonds. A condition, dit-il, de soutenir nos sociétés en réorientant vers elles les aides d'acteurs publics comme Oseo. Puis en faisant de la commande publique plutôt que des subventions, comme en Corée du Sud. « *Mettre des robots dans les écoles et les hôpitaux permet aux entreprises de lancer la production à grande échelle, de réduire leur coût, donc d'être compétitives à l'export.* »

Bruno Bonnell sait de quoi il retourne : sa société, Robopolis, distribue des aspirateurs robots. En 2012, il devrait en écouler plus 120 000 en France, pour un chiffre d'affaires de 100 millions d'euros.

## DOCUMENT 10

### Robots : le « made in France » à la rencontre du « Gangnam Style »

Entre les automates industriels de Hyundai et les humanoïdes en rythme sur le tube *Gangnam Style*, une délégation française s'est invitée au Robotworld de Séoul, salon de la robotique ouvert jeudi dernier. Robots poissons pour piscine, drones de surveillance pour les montagnes : à l'initiative du syndicat Syrobo et d'UbiFrance, dix sociétés de Lyon et de Paris sont venues promouvoir la robotique made in France. Derrière les Etats-Unis et le Japon, la Corée du Sud est un marché prometteur : ici, les robots aspirateurs ont depuis longtemps investi les foyers. Les robots gardiens de prison ou profs d'anglais n'appartiennent plus à la science fiction.

« *En France, on voit les robots comme des ennemis potentiels, pas comme des compagnons* », se désole Dominique Sciamma, directeur adjoint du Strate Collège, tandis que des visiteurs coréens s'amuse derrière lui avec une poubelle roboti-

sée. « *Il y a comme une peur du Terminator* », explique Thomas Faguet, ingénieur chez Awabot, entreprise qui propose des plateformes simplifiées de programmation robotique.

## DOCUMENT 11

### Drones : des ONG demandent l'interdiction des « robots tueurs »

Dans sa nouvelle *Nouveau modèle*, l'écrivain Philip K. Dick décrit une humanité aux prises avec des robots humanoïdes guerriers entièrement autonomes sur le champ de bataille, et la confrontation ne tourne pas à son avantage. Depuis, l'idée de robots tueurs n'a cessé d'être reprise, notamment au cinéma, dans la série des Terminator, récits d'une guerre entre les humains et les machines.

Certaines organisations gouvernementales craignent toutefois que ces scénarios fictifs ne deviennent réalité. « *Les robots parfaitement autonomes n'existent pas encore, mais les technologies évoluent en ce sens, et des dispositifs précurseurs sont déjà utilisés* », indique toutefois un rapport publié lundi 19 novembre par Human Rights Watch et la Clinique des droits humains internationaux de la faculté de droit de l'université de Harvard.

#### « Un vide juridique en matière de responsabilité »

Le document a été élaboré après l'audition de plusieurs experts militaires et roboticiens, mais aussi de représentants de la société civile, des philosophes et des avocats spécialisés. La mise en service de machines de guerre – sur terre, dans les airs ou en mer – capables de décider de tuer continue de faire débat. Mais les différents intervenants estiment qu'elles pourraient exister d'ici vingt ou trente ans. Et si ces armes relèvent pour l'heure de la simple fiction, elles suscitent déjà de nombreux problèmes, d'ordre légal notamment. « *Ces armes autonomes ne pourraient pas satisfaire les critères imposés par le droit international humanitaire* », indique le rapport.

Selon les experts cités, ces technologies seraient d'ailleurs incapables de discerner, de façon claire, les soldats et les civils. « *L'utilisation d'armes complètement autonomes créerait un vide juridique en matière de responsabilité* », pointe enfin le rapport. Qui, en effet, pourrait être tenu responsable d'une opération militaire menée avec des drones autonomes ? Le commandant, le programmeur de drones, le constructeur de l'appareil ?

#### Nouvelle génération

Avec les drones de combat, on passe à un stade supérieur dans l'autonomie des systèmes d'armements. Un UCAV (*Unmanned Combat Air Vehicle*, drone de combat volant) est programmé pour suivre un trajet et atteindre un objectif, mais conduit sa mission avec une grande autonomie, sans intervention humaine.

La France a lancé en 2003 une initiative majeure avec le démonstrateur technologique d'avion de combat furtif non piloté à bord, l'« UCAV-nEUROn ». Dassault Aviation est maître d'œuvre de ce projet, en coopération avec la Grèce, l'Italie, l'Espagne, la Suède et la Suisse. Le coût est estimé à 406 millions d'euros. Il devrait faire son premier vol fin novembre, selon l'Etat-major. En France, ces drones pourraient remplacer les avions de combat de 4<sup>e</sup> génération Rafale. Pour sa part, la Grande-Bretagne a développé le projet Taranis.

Certaines recherches envisagent même des drones de combat pour mener des opérations de bombardements stratégiques, pouvant le cas échéant être nucléaires.

**DOCUMENT 12****La robotique française en force**

Une exposition consacrée aux robots au musée des Arts et métiers, deux récompenses pour des industriels français : autant d'événements qui mettent la robotique, secteur peu connu en France, sur le devant de la scène ce mois-ci.

Dans le monde, malgré la crise économique, le marché émergent de la robotique de service connaît une croissance exponentielle. L'Europe enregistre un chiffre d'affaires de 5 milliards de dollars qui représente 33 % du marché mondial. La France réalise un chiffre d'affaires de 600 millions de dollars, soit 12 % du marché européen.

Selon l'estimation du pôle interministériel de prospective et d'anticipation des mutations économiques (PIPAME), chargé d'analyser l'évolution des principaux acteurs et secteurs économiques en mutation, les marchés de robotique de service personnelle et professionnelle devraient doubler entre 2010 et 2015. Dès 2015, on s'attend à un marché mondial de 8 milliards de dollars pour la robotique de service personnelle et de 18 milliards de dollars pour la robotique de service professionnelle.

Deux grands noms français viennent de recevoir un prix chacun pour leurs travaux innovants. Bertin Nahum, le patron de la société Medtech qui commercialise notamment le robot d'assistance au geste chirurgical Rosa (RObotized Stereotactic Assistant), a pris la 4<sup>e</sup> place du classement du magazine scientifique canadien *Discovery Series*. Et les concepteurs de Nao, un robot humanoïde autonome et programmable, développé par la société française Aldebaran Robotics, s'est vu décerner un des prix remis par le *Hall of Fame* de l'université de Pittsburg.

Si les Etats-Unis ou le Japon se placent en leaders du marché, l'expertise française a conquis sa place. A commencer par Medtech, entreprise montpelliéraine fondée il y a 10 ans et présidée par Bertin Nahum, un Français d'origine béninoise. Sa société d'une vingtaine de salariés est spécialisée dans la conception de robots d'assistance au geste chirurgical.

***Rosa séduit les neurochirurgiens***

Et c'est avant tout Rosa qui a fait le succès de l'entreprise. Après Brigit, dédié à la chirurgie orthopédique, ce robot permet de réaliser des opérations d'une précision inédite. Ce concentré de haute technologie a été conçu pour sécuriser la manipulation d'instruments dans le domaine de la neurochirurgie. « *Assisté de Rosa, le neurochirurgien a une parfaite vision du cerveau de son patient en 3D, de la zone à atteindre et de la trajectoire à emprunter* », selon le patron de Medtech. Les équipes de l'entreprise ont collaboré directement avec des experts du milieu médical pour mettre au point ces technologies de pointe. Une quinzaine d'établissements hospitaliers français, européens et américains utilisent déjà le robot.

***2 600 Nao dans 45 pays***

Un autre robot d'origine française s'est implanté dans le marché de la robotique. Nao, de l'entreprise Aldebaran Robotics vient de recevoir le prix du meilleur robot de l'année pour l'éducation, remis par l'université de Pittsburg. Son originalité repose sur ses capacités à reconnaître les visages, à lire le journal ou à enregistrer une réponse. Le groupe entend en faire un compagnon idéal pour les malades atteints d'Alzheimer ou les enfants hospitalisés.

L'entreprise française a vendu Nao dans plus de 45 pays. Au total 2 600 exemplaires depuis 2008 ont vu le jour. « *Un nombre sans équivalent pour un huma-*

*noïde* », selon Petra Koudelkova Delimoges, responsable des partenariats et relations institutionnelles. 85 % des ventes se sont faites à l'exportation. Nao a notamment fait le tour des universités étrangères : Aldebaran Robotics en a vendu plus de 200 aux laboratoires de Harvard et Stanford aux Etats-Unis, à plusieurs universités chinoises et françaises. Le petit humanoïde a même séduit les Japonais, reconnus pour leur excellence dans ce domaine.

Le groupe parie aussi sur Roméo, un robot compagnon destiné tant aux personnes âgées qu'aux enfants. Doté d'un budget de 10 millions d'euros, il serait notamment capable d'ouvrir les portes ou de retrouver des clés. Après trois ans de recherche et de développement, un premier prototype vient d'être présenté.

Près d'une centaine d'entreprises françaises sont spécialisées dans la conception ou la fabrication de robots de services. Afin de soutenir leur essor, les pouvoirs publics prévoit notamment la création d'un fonds spécifique, avec les professionnels du secteur, et le développement de synergies entre les acteurs de la recherche et le monde de l'industrie.