

Enjeux et défis de l'industrie de la robotique en Île-de-France



Édition 2010

**DRIRE**
Ile-de-France

SOMMAIRE

ÉDITO	1
RÉSUMÉ	2
MATRICE SWOT	3
INTRODUCTION	4

1 PRÉSENTATION DU SECTEUR

1	Le robot : du mythe à la réalité	5
2	La robotique : des industries et des marchés très distincts	8
3	La robotique : des enjeux mondialisés en matière de marchés et de technologies	10

2 LA ROBOTIQUE EN ÎLE-DE-FRANCE

1	Les entreprises	16
2	Des actions en faveur de la robotique qui s'accroissent	21

3 ENJEUX POUR LA FILIÈRE

1	Des verrous technologiques importants restent à lever	23
2	De nouveaux marchés en émergence pour la robotique	25
3	L'acceptation des robots par le grand public, un frein au développement du secteur ?	28
4	Le contexte international : quelle place pour la robotique francilienne à l'échelle mondiale ?	30
5	Les limites de la robotique : aspects juridiques et techniques	31

4 DIAGNOSTIC STRATEGIQUE ET PROSPECTIVE DU SECTEUR

5 ACTIONS DE LA DRIRE ÎLE-DE-FRANCE

1	Une action en cours : le plan filière de Cap Digital	35
2	Propositions d'actions	35

ANNEXES

ANNEXE 1 : BIBLIOGRAPHIE	37
ANNEXE 2 : LISTE DES TABLEAUX ET DES GRAPHIQUES	37

Remerciement

Nous adressons tous nos remerciements aux chefs d'entreprises et aux partenaires du développement économique sans lesquels ce travail n'aurait pas abouti.



La crise économique que nous avons traversée depuis 2008 a fait ressortir le caractère déterminant de l'industrie pour l'économie française. L'industrie est en effet source de progrès technique : elle occasionne les quatre cinquièmes des dépenses privées de recherche et développement. Elle est également à l'origine d'une part déterminante du commerce extérieur, et a un effet d'entraînement sur l'ensemble de l'économie, notamment sur les services aux entreprises et les commerces.

Sans opposer industrie et services, mais mettant au contraire en avant leur complémentarité, les États Généraux de l'Industrie qui se sont tenus cette année ont permis de faire émerger un nouveau pacte économique et social autour de l'industrie. Son caractère indispensable pour l'économie et la société française fait désormais consensus.

Les États Généraux de l'Industrie ont permis le lancement d'une nouvelle politique industrielle ambitieuse, construite en concertation avec l'ensemble des acteurs concernés. Elle doit permettre d'accompagner l'industrie française vers les marchés durablement porteurs de croissance et d'emploi, de promouvoir l'innovation, de renforcer la compétitivité des entreprises, de renforcer les compétences et savoir-faire, et de mieux structurer les filières industrielles.

En Île-de-France, les services de l'État sont mobilisés pour accompagner la mise en œuvre de cette nouvelle politique industrielle. L'ouvrage réalisé par la DRIRE, l'édition 2010 des « Enjeux et Défis de l'Industrie en Île-de-France », s'inscrit dans cette dynamique forte de soutien au tissu des entreprises industrielles. Autour de quelques thématiques ciblées, sectorielles, territoriales ou transversales, les analyses dégagent des propositions d'actions concrètes en faveur des PME franciliennes, industrielles ou de service à l'industrie.

Je fais confiance à l'ensemble des acteurs du développement économique en Île-de-France pour débattre et échanger sur ces diagnostics et ces propositions, afin d'aider les entreprises à consolider la croissance et les emplois de demain.

Dès cette année, les équipes de la DRIRE en charge du développement industriel iront constituer, au sein de la Direction Régionale des Entreprises, de la Concurrence, du Commerce, du Travail et de l'Emploi (DIRECCTE), le pôle Économie – Emploi – Entreprise. Elles y rejoindront les équipes en charge des thématiques de l'emploi et de la formation professionnelle, celles en charge du commerce extérieur, du commerce et de l'artisanat, ainsi que du tourisme. Cette nouvelle organisation des services de l'État en Île-de-France doit être l'occasion d'apporter un soutien plus intégré, plus complet, au développement économique de notre région.

Loin de diminuer l'importance de l'industrie dans l'action de l'État, la constitution de la DIRECCTE sera l'opportunité de proposer aux entreprises industrielles un accompagnement plus complet et plus intégré. Je fais confiance aux services de l'État intégrés à la nouvelle direction pour travailler résolument en ce sens.



Daniel Canepa
Préfet de la région d'Île-de-France,
Préfet de Paris

RÉSUMÉ

Robotique

La robotique se distingue par trois grands marchés. Le marché historique, celui de la robotique industrielle, regroupe tous les robots à vocation de production et est mature depuis de nombreuses années. 100 000 unités sont vendues annuellement et concernent pour un tiers d'entre elles l'industrie automobile. Le deuxième marché, celui de la robotique militaire, de défense, sécurité et surveillance s'adresse historiquement aux marchés militaires mais le champ d'intervention des robots s'élargit peu à peu aux applications civiles de surveillance. Dans cette catégorie, les drones représentent la majeure partie des développements. Enfin, le troisième marché, celui de la robotique personnelle et de services, est en pleine émergence. Des robots d'assistance à la personne, compagnons ou ludiques sont ainsi mis en œuvre par les différents acteurs mondiaux.

Au niveau du paysage robotique mondial, le Japon fait course en tête avec un taux de robotisation de ses PME très important et la présence de nombreux constructeurs, principalement des grands groupes de robotique tant industrielle que personnelle et de services sur son territoire. En Île-de-France, le paysage est radicalement différent avec l'absence d'acteurs sur la robotique industrielle et de nombreuses PME impliquées dans la robotique personnelle et de services. Ces entreprises pour la plupart jeunes et innovantes se divisent en deux catégories : les PME roboticiennes capables de fournir un système complet et les PME apporteurs de technologies, principalement dans le domaine des TIC. De nombreux acteurs, historiques ou récemment créés veillent à développer des actions ayant pour but de structurer la filière et de faire émerger un marché conséquent.

La robotique doit faire face à de nombreux enjeux. Les enjeux technologiques, d'une part, vont permettre de développer des robots dotés d'une intelligence artificielle de plus en plus poussée, avec une autonomie prolongée, une communication simplifiée et une mobilité accrue. Ensuite, le développement de nouveaux marchés, poussés notamment par le vieillissement de la population, ne pourra être possible qu'une fois les robots définitivement acceptés par le grand public. Un enjeu de différenciation est mis en avant grâce à l'étude des politiques publiques des principaux acteurs de la robotique. Enfin, les limitations de la robotique, tant en termes éthique que juridique permettront de lever certaines interrogations.

L'industrie de la robotique française et francilienne possède des atouts solides pour rester compétitive et contribuer à la diversité industrielle culturelle de la robotique dans le monde. La DRIRE, en soutenant les pôles de compétitivité, est déjà impliquée auprès de cette filière. Avec ses partenaires, elle est prête à s'engager plus spécifiquement envers l'industrie de la robotique.

*Élise Charlier, Chantal Adamski, Marielle Muguerra,
Erwan Tromeur avec la participation de Laurent Ham,
attaché régional de la Direction Régionale
du Commerce Extérieur d'Île-de-France*



MATRICE SWOT

FORCES

- Pôles d'innovation et de recherche franciliens ayant fait leurs preuves;
- vivier de compétences de haut niveau;
- présence de leaders sur le territoire;
- motivation des acteurs à structurer le secteur;
- industrie très largement concentrée en Île-de-France.

OPPORTUNITÉS

- Présence sur le territoire de nombreuses entreprises pouvant apporter leurs technologies et compétences (jeux vidéo, animation, numérique, systèmes embarqués...);
- fort développement de nouveaux marchés et appropriation de marchés existants (domotique, télécoms, assistance à la personne...);
- industrie mondiale en émergence;
- marchés de la robotique accessible à des entreprises de tous secteurs.

FAIBLESSES

- Faible marché local;
- entreprises très jeunes et de petite taille;
- développements très longs et très coûteux;
- manque de structuration de la filière et des industries présentant des technologies connexes.

MENACES

- Politique de soutien de la filière très agressive mise en place par les pays asiatiques;
- acteurs mondiaux composés majoritairement de grands groupes bien structurés;
- manque de visibilité des marchés de la robotique.



INTRODUCTION

« *Le progrès : trop robot pour être vrai* »

Jacques Prévert.

Depuis la plus haute antiquité, l'automate, le pantin puis le robot ont été à la fois sujet de mythes et objet de réalisations technologiques toujours plus pointues.

Si les R2D2 et autres Terminator sont toujours du domaine de la pure fiction, des automates de plus en plus complexes et « intelligents » nous assistent depuis plus de quarante ans dans nos usines, et en sortent progressivement pour arriver dans nos vies quotidiennes et nos loisirs.

La robotique est souvent présentée comme l'une des principales évolutions de notre société pour le ^{xxi} siècle. Suivant un développement comparable à celui de l'informatique depuis les années 1980, les marchés de la robotique de services, de loisirs ou de sécurité font l'objet de développements constants de par le monde. Tous les jours ou presque, de nouveaux prototypes sont présentés. Souvent japonais, ces robots sont jouets, guides ou agents de sécurité. De plus en plus agiles et capables d'interactions avec l'être humain, ils font désormais partie des sujets récurrents de nos journaux télévisés.

Si le Japon, la Corée du Sud et les États-Unis s'affichent comme des acteurs majeurs de la robotique, l'Île-de-France tient une place de premier rang en Europe. Les compétences franciliennes sont reconnues dans les différentes briques technologiques qui sont intégrées dans le développement

des robots. Mécatronique et électronique, intelligence artificielle et logiciels, nanotechnologies et ingénierie des matériaux, ces filières sont autant de technologies qui participent au développement d'un robot. Elles sont fortement représentées en Île-de-France, certaines ont déjà fait l'objet d'études lors des précédentes éditions des Enjeux et Défis de l'Industrie en Île-de-France.

Une véritable industrie peut-elle se structurer dans la région capitale autour des marchés émergents de la robotique ?

Comment favoriser la convergence des talents franciliens vers ces nouveaux enjeux ?

En abordant dans un premier temps les différents marchés et technologies de la robotique, cette étude propose un état des lieux de la filière dans le monde et en Île-de-France. Les perspectives de développement des technologies, des marchés, de l'acceptation par le grand public, des politiques publiques à l'international et des limites de la robotique, permettront de synthétiser des propositions de soutien aux entreprises franciliennes de la robotique.

1 PRÉSENTATION DU SECTEUR

1. LE ROBOT : DU MYTHE À LA RÉALITÉ

Qu'est-ce qu'un robot ?

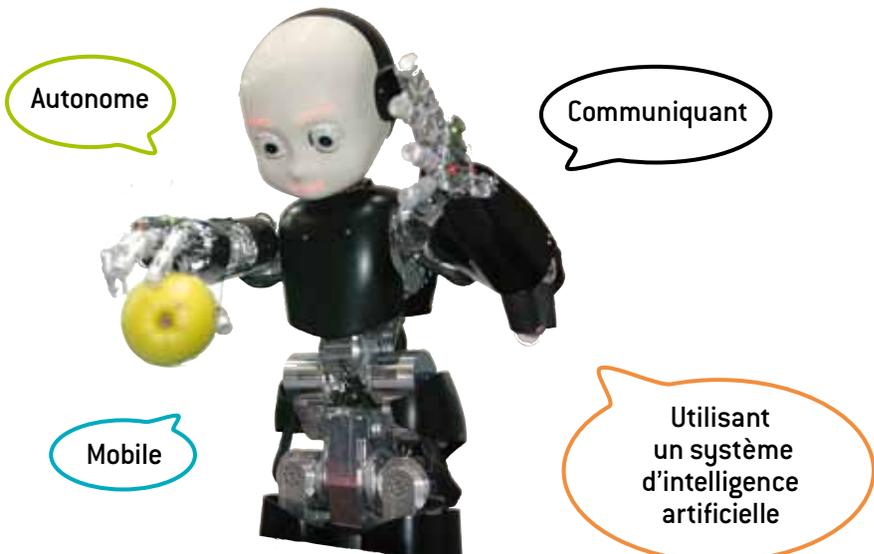
Robot vient du tchèque *robota*, qui signifie « travail forcé ». Il a été utilisé pour la première fois par l'auteur Karel Čapek dans sa pièce de théâtre R. U. R. (Rossum's Universal Robots) en 1920.

Depuis cette première utilisation, ce terme a été associé à de nombreuses applications.

Plusieurs définitions du mot robot sont récurrentes. Le petit Larousse propose « Appareil automatique capable de manipuler des objets ou d'exécuter des opérations selon un programme fixe, modifiable ou adaptable ». Sur son site Internet, le syndicat professionnel de la robotique personnelle et de services, Syrobo, insiste sur les notions de mécatronique, d'intelligence artificielle, de technologies de communication, d'autonomie et de mobilité.

Dans le cadre de cette étude, il est proposé de se concentrer sur le robot en tant que dispositif technologique possédant une majorité des 4 critères présentés ci-dessous et sera obligatoirement mobile. Le robot sera capable de réaliser des tâches complexes :

Figure 1 : I-cub, le robot humanoïde européen ¹.



[1] Source : www.robotcub.org/

1 PRÉSENTATION DU SECTEUR

L'intelligence artificielle

Il s'agit de la composante technologique pour laquelle des progrès importants sont attendus dans les prochaines années. L'intelligence artificielle est un système logiciel permettant au robot de s'adapter à son environnement, d'interagir avec son utilisateur et d'accomplir les tâches assignées. L'efficacité de ce logiciel est directement liée à la capacité de calcul de l'ordinateur du robot. Les progrès attendus dans ce domaine sont non seulement logiciels, mais aussi électroniques.

Les technologies de l'autonomie

Les robots sont directement concernés par les évolutions constantes apportées aux batteries et aux autres sources d'énergies autonomes.

La mobilité

La composition physique et mécanique du robot doit lui conférer une certaine mobilité. Les matériaux et les articulations du dispositif sont donc importants, ainsi que les éléments de mécatronique. La structure mécanique du robot doit lui permettre d'effectuer les ordres donnés par l'intelligence artificielle. L'enveloppe du robot est la partie matérielle et visible du robot.

La communication

Un robot est un dispositif où les logiciels et les communications sont très importants. Outre son intelligence artificielle, le robot est doté d'une interface homme – machine, il est parfois connecté au réseau via une liaison WIFI, Bluetooth ou autre. Il peut également communiquer par la voix, le toucher, la vision...

La robotique est un champ technologique vaste et composite. Elle connaît depuis plusieurs décennies un développement extraordinaire, elle a révolutionné notre industrie et est appelée à faire de même avec notre société. Pour autant l'image du robot, et avant elle celles des statues et des sculptures animées, font partie de notre histoire et de notre imaginaire depuis l'antiquité.

Des premiers automates aux robots de science fiction

Au VIII^e siècle avant Jésus-Christ, Homère décrit les machines autonomes transportant les travaux d'Héphaïstos de ses forges à l'Olympe, ou les deux statues d'or qui lui servent de servantes⁽²⁾. Au premier siècle, Ovide présente dans ses Métamorphoses la légende de Pygmalion, roi de Chypre, qui tombe amoureux de sa statue Galatée, et obtient d'Aphrodite qu'elle prenne vie. Le thème de la machine humaine est très présent dans le roman du XIX^e siècle avec le célèbre Frankenstein de Mary Shelley⁽³⁾, l'universel Pinocchio de Carlo Collodi⁽⁴⁾ ou la nouvelle Eve d'Auguste Villiers de l'Isle-

Adam⁽⁵⁾. Le robot fait ensuite partie des thèmes récurrents du cinéma, de Métropolis en 1926 à Ghost in the shell en 2004 ; et de la littérature, avec l'oeuvre de science fiction d'auteurs comme Isaac Avimov, dont les romans ne sont pas sans influence sur les travaux de recherche actuels.

Les robots et leurs ancêtres sont également présents dans l'histoire des technologies depuis l'antiquité. Les formes les plus anciennes en sont les statues de dieux égyptiens ou romains, dotés de mécanismes de mouvements qui



Figure 2 : l'écrivain de Pierre Jacquet-Droz.
Cet automate des années 1770 peut écrire des petits messages en utilisant une plume et un encrier.

(2) chant XVIII de l'Illiade.

(3) Frankenstein ou le Prométhée moderne, Mary Shelley, 1818.

(4) Les aventures de Pinocchio. Histoire d'un pantin, Carlo Collodi, 1881.

(5) L'Eve future, Auguste Villiers de l'Isle-Adam, 1886.

permettaient aux prêtres d'impressionner les fidèles. Des automates particulièrement complexes existent depuis le x^e siècle en Chine, et les horloges de certaines cathédrales européennes fonctionnent depuis plus de 600 ans. Entre le xviii^e siècle et le début du xx^e siècle, les automates sont des jouets recherchés et, pour certains, de véritables prouesses technologiques, mettant en œuvre des mécaniques d'une grande précision.

Au xx^e siècle, notamment lors de la seconde guerre mondiale, vont émerger de nouveaux domaines technologiques comme l'automatisme, les servocommandes et l'informatique. En 1950, ces innovations vont conduire à l'élaboration du premier robot industriel, l'Unimate 001, par Joe Engelberger, considéré comme le père de la robotique contemporaine. La robotique industrielle va connaître un essor très important pour atteindre en 1990 un marché de 3 milliards de dollars. Le Japon est alors l'acteur dominant de cette industrie, contrôlant 70 % du marché mondial. La robotique industrielle est aujourd'hui un secteur mature.

3 milliards de dollars
C'est la valeur du marché de la robotique industrielle en 1990

Depuis une vingtaine d'années, quatre facteurs permettent de prévoir le franchissement d'une nouvelle étape pour la robotique. L'accélération des capacités de calculs et la recherche en informatique ont permis l'avènement des systèmes experts, outils logiciels capables de prendre en



Figure 3 : Aibo, le robot chien de Sony ⁶.

[6] Source : Syrobo.

[7] Source : Aldebaran Robotics.



Figure 4 : Nao, son petit frère français, bientôt commercialisé auprès du grand public ⁷.

compte de nombreux paramètres. Par ailleurs, les progrès des sciences cognitives et des interfaces homme – machine permettent d'améliorer l'utilisation des ordinateurs et des services numériques. Les progrès dans le domaine des matériaux et des matériels, notamment la miniaturisation des mécanismes, permettent de motoriser des automates de plus en plus complexes. Enfin, l'adoption désormais massive des technologies et des cultures du numérique constitue le quatrième facteur du passage à une nouvelle étape dans la robotique : la robotique dans la société. Depuis le lancement de Aibo par Sony, le grand public (fortuné) peut acquérir un robot compagnon ludique, capable de comprendre quelques commandes, d'aller chercher une balle, de s'exprimer, etc.

Dès aujourd'hui, on peut voir des démonstrations de robots humanoïdes capables de chercher et de saisir des verres d'eau, d'assister des personnes, d'interagir dans le cadre de conversations simples. D'autres formes de robots pourraient d'ores et déjà être des voitures intelligentes. Il est désormais admis que les robots auront une place au service de la société, dans des applications comme les services à la personne, la santé ou encore la défense. Du mythe, notre génération connaîtra peut être le passage à la réalité.

1 PRÉSENTATION DU SECTEUR

2. LA ROBOTIQUE : DES INDUSTRIES ET DES MARCHÉS TRÈS DISTINCTS

Le monde de la robotique recoupe de nombreuses activités, des sous-traitants de la mécanique ou de l'électronique jusqu'au roboticien capable de livrer un appareil complet. Même si les activités de mécanique et d'électronique sont des éléments conditionnant la fabrication des robots, nous nous limiterons dans cette étude aux entreprises et aux marchés spécifiques à la robotique. Parmi ces activités, on peut citer la conception de robots, le travail sur la reconnaissance vocale, le système d'information des robots ou encore les interfaces homme-machine.

Que l'on considère la robotique sous l'angle des technologies, celui de ses marchés ou celui de ses acteurs, force est de constater la présence de segmentations fortes.

Un secteur agrégateur de technologies

Il a été proposé au début de cette étude de définir le robot comme un système intelligent, autonome, mobile et communicant⁸. Chacun de ces qualificatifs induit un ensemble de briques technologiques, souvent de haut niveau.

De l'industrie aux loisirs : des marchés très cloisonnés

Le secteur de la robotique peut être découpé en 3 marchés bien distincts :

- La robotique industrielle et agricole
- La robotique de défense et de sécurité
- La robotique de services et personnelle

Ces 3 marchés ont atteint des niveaux de maturité très différents et sont exploités par des entreprises aux profils très éloignés.

La robotique industrielle, une industrie mûre qui diversifie ses applications

La robotique industrielle englobe tous les robots prenant en charge des fonctions productives. Initialement, ces appareils ont pu être assimilés à des automates évolués, généralement présentés sous forme de bras articulé. Ces robots ont depuis longtemps intégré les chaînes de production. Aux États-Unis, le premier robot, le manipulateur Unimate 001 servant à déplacer le lourdes pièces de fonderie, fut installé dès 1961 chez General Motors. En France Renault fut le premier à installer des robots dans ses centres de production. Aujourd'hui, le secteur de la

robotique industrielle croît de 3% par an et de 6% en valeur avec 18 milliards de dollars en 2007. Le Japon est le premier constructeur de robots avec les entreprises Motoman et Fanuc et détient 40% du parc mondial de robots industriels. La France est classée 6ème détenteur mondial mais ne détient que 3% des robots soit 33 000 unités, très loin derrière l'Allemagne qui détient 140 000 robots.

Si les robots sont actuellement courants dans les chaînes de production d'automobiles, ils se développent fortement sur de nouvelles applications et dans de nouveaux secteurs. Les progrès des technologies du numérique et de la mécatronique permettent d'automatiser des tâches plus complexes. Les robots industriels prennent ainsi une place de plus en plus importante dans l'industrie pharmaceutique, la métallurgie, la plasturgie et l'électronique.

L'agriculture est un exemple de domaine dans lequel les robots sont appelés à prendre une part croissante des tâches productives. Présents depuis longtemps dans les salles de traites, les robots deviennent horticoles, cueilleurs, moissonneurs ou encore vigneron.

Les applications industrielles de l'automatique puis de la robotique sont aujourd'hui le seul segment de marché réellement développé pour les robots. D'autres applications connaissent aujourd'hui un développement fort, et d'autres sont appelées à émerger dans les prochaines années.

La robotique de défense et de sécurité est en forte expansion

Lors de l'élaboration de cette étude, les industriels rencontrés ont souvent cité la sécurité, la défense et l'armement parmi les segments de marché en cours de développement.

Dans la mesure où ils sont bien souvent dotés de systèmes de pilotages autonomes et d'intelligence artificielle, les drones sont l'un des premiers exemples de ces robots issus du monde de la défense. Ils constituent aujourd'hui un marché spécifique, initialement militaire et de plus en plus adressé au civil.

Il y a aujourd'hui une grande variété de ces appareils, qui vont de la taille d'un avion à celle d'insectes. Les drones sont aujourd'hui capables d'évoluer à très haute altitude comme au ras du sol, sur le sol ou dans l'eau. Leurs applications vont de l'observation au combat, aux missions de largage ou de reconnaissances de milieux dangereux (radiations, gaz toxiques, ...)

Les États-Unis sont le premier investisseur mondial dans la recherche sur les drones. En 2005, il était prévu que le budget 2010 du Département de la Défense sur cette thématique serait de l'ordre de 3 milliards de dollars, soit quatre fois plus que l'ensemble des budgets équivalents européens⁹.

[8] Cf § 1.1.1.



Figure 5 : le SPERWER, drone TACTIQUE de Sagem ¹⁰.

La robotique personnelle et de services est en phase d'émergence

La robotique de services et personnelle regroupe des robots à utilisation très variée : transports, assistance à la personne, éducation, loisirs... Ce segment du marché de la robotique est considéré comme celui qui a le plus fort potentiel de développement, passant d'un marché de 13,5 milliards de dollars à 24,3 milliards de dollars pour la période 2009-2012 ¹¹. De nombreux articles et études insistent sur les attentes fortes vis-à-vis de ce nouveau marché, ainsi que sur ses premières applications. Dans sa dernière étude stratégique, la plateforme européenne des technologies de la robotique a consulté près de 130 experts de différentes structures impliquées dans ce secteur, pour prévoir que les robots deviendront de véritables assistants dans la vie quotidienne, à l'horizon 2020.

2020

Les robots deviendront de véritables assistants dans la vie quotidienne.

Actuellement, les premières applications de services à la personne touchent au domaine de la santé avec notamment les exosquelettes qui permettent aux personnes handicapées de recouvrer une certaine mobilité, ou les fauteuils roulants – développés par la société francilienne TopChair, capables de monter des marches.

Les briques technologiques et industrielles réparties entre les centres de recherche, les grands groupes et les PME

Les acteurs de la robotique sont des grands groupes, des PME, des centres de recherche et des particuliers passionnés.

Au niveau mondial, les groupes industriels japonais ont la visibilité la plus forte dans le domaine de la robotique. Honda, Kawasaki, Mitsubishi, Hitachi ou encore Panasonic mènent des projets de Recherche et Développement (R&D) sur des robots de service. De nombreux domaines sont abordés : certains robots font du gardiennage, d'autres assistent les personnes âgées, d'autres encore donnent des cours.

[9] Mieux connaître les drones, Office national d'études et recherches aérospaceales, 9 septembre 2005.

[10] Source : fr.academic.ru/

[11] Source : World Robotics 2009 – Service Robots, IFR.

[12] Source : Robotic visions – To 2020 and beyond, European Robotics Technology Platform, juillet 2009.

1 PRÉSENTATION DU SECTEUR

Toyota a ainsi confié à un robot la tâche de guider les visiteurs de son musée. Asimo, développé par Honda, est également souvent employé comme agent d'accueil au siège du groupe à Tokyo.



Figure 6 : Asimo, le robot de services de Honda ¹³.

Au niveau mondial, la plupart des grands groupes de hautes technologies ont des projets de R&D en robotique. EADS est par exemple impliqué dans un programme de mise au point d'un robot pour la station orbitale ISS.

Les centres de recherche impliqués dans la robotique sont nombreux à travers le monde. La plupart des universités de technologie ont un laboratoire de robotique. Leur implication est soit dans la recherche sur un aspect technologique précis des robots, soit dans l'expérimentation des usages des prototypes arrivant sur le marché.

Plusieurs start-up sont particulièrement dynamiques dans la robotique ou dans les domaines technologiques associés. En Île-de-France, la place d'Aldebaran Robotics est emblématique de ce dynamisme. Cette PME a su fédérer autour de ses projets l'expertise de plusieurs autres PME innovantes et centres de recherche.

3. LA ROBOTIQUE : DES ENJEUX MONDIALISÉS EN MATIÈRE DE MARCHÉS ET DE TECHNOLOGIES

Le développement rapide de la robotique industrielle et de services va perdurer, après une forte contraction des marchés qui a surtout affecté la robotique industrielle en 2009. C'est du moins ce qu'envisage la Fédération Internationale de la Robotique (IFR) ¹⁴ dans sa vision du marché à l'horizon 2012.

Robotique industrielle : (industrie manufacturière)

Depuis 2005, les ventes de robots industriels se sont maintenues à un niveau élevé, plus de 100 000 unités, dont plus du tiers (36 %) aux industries automobiles. Les robots industriels sont très fortement concentrés en Asie (50 %). L'Europe pèse environ 33 % du parc et l'Amérique du Nord 17 %. La figure 7 détaille cette répartition. Le Japon, l'Allemagne, les États-Unis et la Corée du Sud sont les premiers marchés de robots industriels et de services. Ces pays en sont aussi les premiers producteurs. En 2008, les ventes de robots industriels ont atteint près de 115 000 unités, niveau comparable à celui de 2007, pour un montant supérieur à 6 milliards USD, en progression de 7 % sur 2007. Le parc mondial de robots opérationnels est évalué à plus d'un million d'unités fin 2008.

Globalement, la crise économique a frappé durement les fabricants de robots à partir du second trimestre 2009, avec un très fort recul des ventes. En effet, la composante « robots » fluctue plus fortement que la moyenne de l'investissement industriel ; plus forte régression en période de repli de l'investissement et plus forte croissance en période d'expansion. IFR envisage une reprise progressive à partir de 2010, et table sur une croissance moyenne pour les années suivantes d'environ 15 % par an.

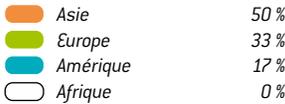
L'industrie automobile, poids lourd des usagers de robots industriels

Globalement, l'industrie automobile emploie 36 % du parc de robots dans le monde, suivie par les industries électriques et électroniques (14 %), la chimie, dont la pharmacie (11 %), les industries des métaux (5 %), les machines et équipements (4 %) et l'agro-alimentaire (2 %).

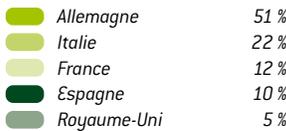
[13] Source : Syrobo.

[14] La Fédération Internationale de la Robotique (IFR International Federation of Robotics) donne chaque année une vision globale du marché de la robotique et de ses perspectives. Les statistiques sont élaborées à partir des données fournies par les fabricants de robots et les associations de robotique, elles valent surtout à titre d'ordres de grandeurs et de tendances. La robotique industrielle et la robotique de service sont traités respectivement dans *World Robotics 2009 – Industrial Robots* et *World Robotics 2009 – Service Robots* (septembre 2009).

Figure 7 : répartition du parc de robots par continent¹⁵ (total : en millions d'unités installées)



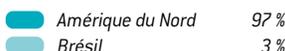
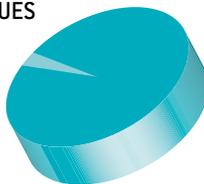
EUROPE



ASIE



AMÉRIQUES



Les tendances globales observées concernant le parc mondial de robots industriels et leurs ventes annuelles recouvrent des situations et des évolutions contrastées selon les pays et les branches industrielles.

En nombre d'unités, la croissance des livraisons de robots en 2008 est restée dynamique dans les marchés émergents tels que la Chine et la Corée. Elle décline dès 2008 au Japon et plus fortement encore aux États-Unis en raison de la crise de l'industrie automobile. En Europe, les achats fléchissent, bien qu'à des rythmes différents selon les pays : l'Allemagne a acheté plus de robots industriels en 2008 qu'en 2007.

Japon

Premier producteur mondial de robots industriels, le Japon en est également le premier marché. L'industrie japonaise est la plus robotisée dans le monde. En 2008, le Japon a produit 70 % des robots industriels dans le monde. Les ventes domestiques de robots industriels en 2008 se sont établies à plus de 33 000 unités, en repli de 8 % par rapport à 2007 sous le double effet de la fin d'un cycle d'investissements massifs en robotique, qui a culminé en 2005, et de la crise économique. Rapportées à la production, les exportations représentaient 59 % en nombre d'unités et 57 % en valeur, en 2008.

L'année 2009 a été une année extrêmement difficile pour la robotique industrielle japonaise : d'après la Japan Robot Association (JARA), les exportations de robots, en valeur, ont chuté au premier semestre de près de 70 % par rapport à 2008. Les ventes de robots industriels au Japon se sont, pour leur part, repliées d'environ 50 % dans la même période.

Amérique du Nord (États-Unis, Canada, Mexique)

Les ventes de robots en Amérique du Nord ont atteint plus de 16 000 unités en 2008, en baisse de 13 % sur un an sous l'effet de la crise de l'industrie automobile. Les achats des industries électronique et du secteur caoutchouc et plastique se sont aussi inscrits en baisse.

Allemagne

Après le Japon, l'Allemagne est le second marché de robots industriels et sa densité robotique la deuxième. L'Allemagne est aussi un exportateur / importateur significatif de robots. Les ventes y atteignaient plus de 15 000 unités en 2008, en progression de 4 %. Les livraisons au secteur automobile, en baisse de 4 %, ont atteint 6 800 unités (45 % des ventes). Les industries hors automobile ont poursuivi leur équipement robotique avec des acquisitions en hausse de 15 %. Le secteur de la robotique est très ouvert aux échanges internationaux. En 2008, la production allemande était estimée à 13 000 unités, les importations à 11 000 robots, tandis que les exportations atteignaient près de

[15] Source : World Robotics 2009 – Industrial Robots, IFR.

1 PRÉSENTATION DU SECTEUR

Figure 8 : ventes 2008 ¹⁶

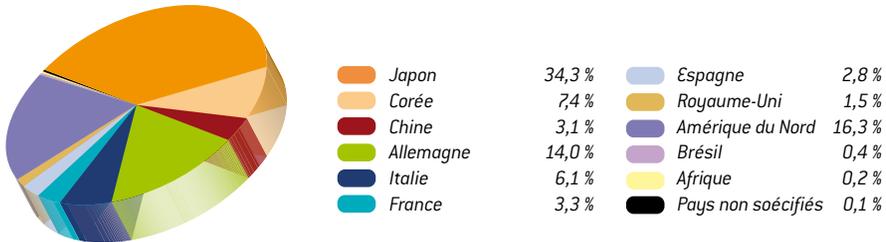
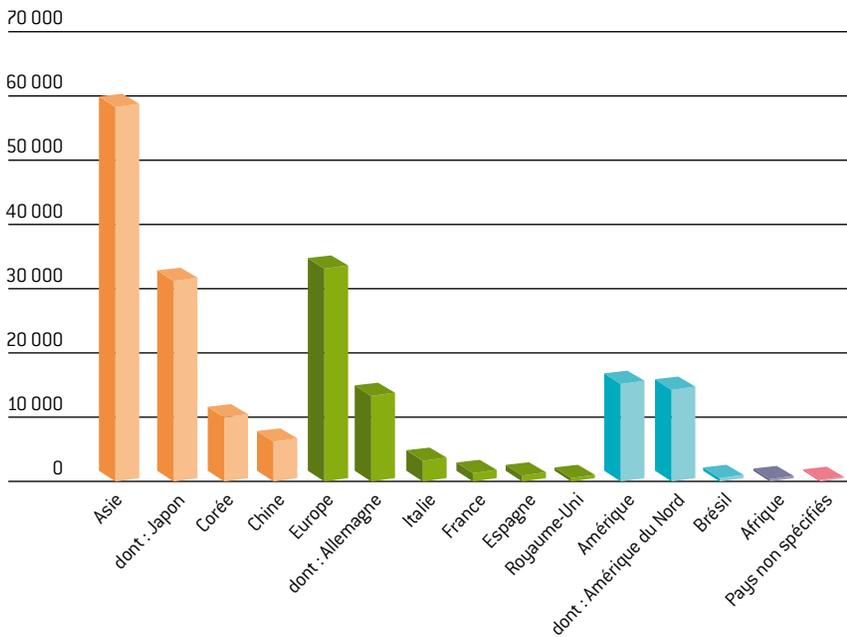


Figure 9 : ventes 2008 ¹⁷ (ventes totales : 113 000 unités)



10 000 unités, principalement vers l'Europe, et de façon significative vers la Chine et l'Amérique du Nord.

Corée du Sud

La Corée, dont le marché en forte croissance a atteint près de 12 000 unités en 2008 (+28 %), est le second marché asiatique après le Japon. Son industrie est au troisième

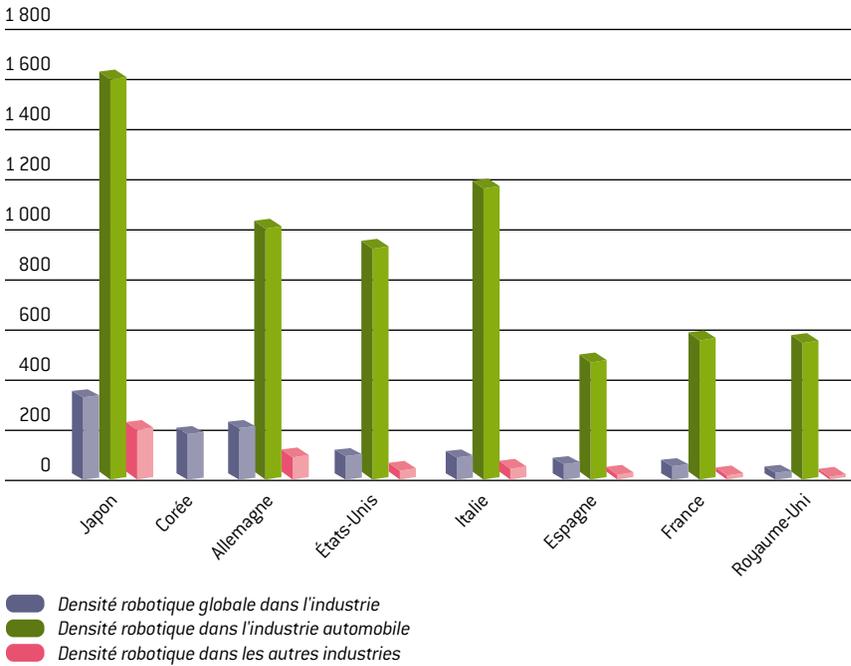
rang des plus robotisées. Ses importations, principalement du Japon, ont atteint 6 720 robots en 2008 (+27 %).

Chine

La Chine se place au cinquième rang des marchés de la robotique industrielle avec près de 8 000 unités vendues en 2008, destinées à l'industrie automobile à hauteur

[16] Source : World Robotics 2009 – Industrial Robots, IFR.

[17] Source : World Robotics 2009 – Industrial Robots, IFR.

Figure 10 : densité robotique industrielle par pays¹⁸

de 60 %, au secteur caoutchouc-plastiques (20 %) et de l'électricité-électronique (10 %).

La densité robotique dans l'industrie

La densité robotique a pour objet d'apprécier le degré moyen de robotisation. Il en ressort que dans la plupart des pays, le potentiel de robotisation industrielle reste très conséquent dans les industries hors automobile.

La densité robotique est évaluée par le nombre de robots pour 10 000 salariés dans l'industrie. (Voir figure 10).

L'offre de robots industriels

L'offre, concentrée, est constituée de groupes qui se sont mondialisés afin de répondre aux besoins des grandes industries, au premier rang desquelles se place l'industrie automobile. L'activité robotique ne se limite toutefois pas aux grands constructeurs. Elle met aussi en jeu un tissu d'intégrateurs, plus local, qui mettent au point des solutions robotiques pour les industries de taille intermédiaire ou pour les PME. Le Japon prédomine nettement sur le marché international, suivi par l'Allemagne.

[18] Données recueillies à partir des déclarations des fabricants de robots. Source : World Robotics 2009 – Industrial Robots, IFR.

1 PRÉSENTATION DU SECTEUR

Figure 11 : principaux constructeurs mondiaux de robots industriels¹⁹.

Japon

Fanuc Robotics
Kawasaki Heavy Industries
Yaskawa Motoman
Toshiba Machine
Yamaha Motor Company

Allemagne

Kuka Robotics
Reis Robotics

États-Unis

Adept Technology

Suisse

ABB Robotics (suedo-helvétique)
Stäubli Robotics

Italie

Comau

ments agricoles ou agroalimentaires tels que les groupes suédois TetraLaval, néerlandais Lely, allemand GEA Farms Technology et britannique Fullwood Packo.

Les robots cueilleurs, pour les récoltes de fruits sont encore largement en développement par de grands constructeurs parmi lesquels Harvest Automation (USA), Deere and Co (USA) ou Yanmar Agricultural Equipments (Japon).

- La sécurité et la défense pèsent pour 26 % de la valeur du parc. Les drones représentent plus de 50 % des applications. Ils sont largement utilisés pour le ciblage d'objectifs, la reconnaissance ou le combat. Parmi les constructeurs figurent Dassault, Sagem, les compagnies américaines Aeroenvironment, Rotomation, SAIC. Les drones de petite dimension font l'objet d'une créativité intense (Infotron en Île-de-France), pour des applications tant civiles que militaires.
- Le secteur médico-chirurgical dispose de 18 % de la valeur du parc de robots. Certains équipements de diagnostics (endoscopie téléguidée) ou de chirurgie (DaVinci d'Intuitive Surgical Solutions – US) sont couramment inclus dans la robotique et connaissent un développement assez rapide. Plus proches de la robotique avec une plus grande autonomie intégrée, les exosquelettes font l'objet de développements intensifs avec pour applications visées des prothèses et des aides à la rééducation.

Parmi les opérateurs très actifs sur ce créneau, on peut citer l'Université de Tsukuba (Japon) et la société Cyberdyne avec HAL (Hybride Assistiv Limb), le List-CEA en France, Reha Sim en Allemagne et Argo Medical Technologies en Israël.

- Les systèmes sous-marins récupèrent 18 % de la valeur du parc. Les applications semblent devoir se multiplier avec le développement de la production pétrolière en mer, en particulier l'offshore profond. Parmi les principaux producteurs, on peut citer : aux États-Unis : Deep Ocean Engineering et Oceaneering, en France : ECA (anciennement Cybernetix), ECA HYTEC et au Japon : Kobe Mechatronics.

La robotique domestique et personnelle rassemble un parc de 7 millions d'unités fin 2008, d'une valeur de 2,3 milliards USD. IFR envisage pour la période 2009-2012 des ventes cumulées d'un montant de 3,1 milliards USD. Parmi ces applications ressortent en premier :

La robotique de service : forte croissance en vue

Dans l'étude World Robotics 2009, l'IFR a choisi une segmentation différente de celle choisie dans cette étude :

- La robotique dédiée aux services professionnels : sécurité défense, applications de terrain (agriculture, élevage), nettoyage professionnel, domaine médico-chirurgical, travail sous-marin, construction, R&D.
- La robotique personnelle et domestique : tâches domestiques, éducation et loisirs, assistance à la personne, sécurité domestique.

Évaluation du marché mondial²⁰

Le parc de robots de services professionnels est évalué par IFR à 63 000 unités fin 2008 d'une valeur de 11,2 milliards USD. Le marché 2009-2012 pourrait atteindre 49 000 robots supplémentaires pour un montant approchant 10 milliards USD. Dans cette catégorie les premiers domaines utilisateurs sont les suivants :

- L'élevage et l'agriculture représentent 31% de la valeur du parc de robots professionnels installés. Pour l'essentiel, il s'agit de trayeuses, objet d'un marché mature. Les principaux constructeurs sont des fabricants d'équipe-

[19] Source : World Robotics 2009 – Industrial Robots, IFR.

[20] Source : World Robotics 2009 – Service Robots, IFR.

Figure 12 : Pleo, le petit dinosaure²¹.



- Les robots domestiques : l'article le plus abouti et le plus vendu est le robot aspirateur dont 4,2 millions ont été distribués pour un montant de 1,4 Milliards USD jusqu'à fin 2008. Les ventes de robots domestiques pourraient atteindre 1,6 Milliards USD de 2009 à 2012.

L'aspirateur est le robot domestique le plus vendu depuis l'apparition du Trilobite d'Electrolux (Suède) en 2001 suivi par Roomba de iRobot (USA) et les articles d'autres constructeurs : Karcher (Allemagne), Samsung, LG Electronics (Corée).

- Les loisirs et jouets (comme Pléo le petit dinosaure ou Genibo le remplaçant du chien Aibo) représentent 2,8 millions d'unités vendues fin 2008, pour un montant de 764 millions USD, avec des perspectives de marché d'un montant de 1,3 milliard USD pour la période 2009-2012.

[21] Source : Syrobo.

2 LA ROBOTIQUE EN ÎLE-DE-FRANCE

1. LES ENTREPRISES

Les entreprises varient en fonction du marché de destination des robots. Ainsi le secteur de la robotique de services est très largement dominé par les PME.

A contrario, la robotique industrielle, marché mature depuis longtemps, ne compte quasiment que des grands groupes avec quelques sous-traitants.

Le marché de défense et de la sécurité, à mi-chemin entre la robotique industrielle et la robotique personnelle et de services, intègre des PME comme des grands groupes. Ceci s'explique par le fait que les applications peuvent être très variées et le secteur en plein essor.

La robotique industrielle est peu présente en Île-de-France

Cela se traduit notamment par la quasi-absence de grandes entreprises de robotique manufacturière en Île-de-France et plus généralement en France.

Dans le domaine de la robotique industrielle, on ne peut citer qu'ABB (grande entreprise) qui possède une unité d'assemblage à Saint Ouen l'Aumône [95]. Les principaux marchés sont l'automobile, la plasturgie, les pièces mécaniques, la fonderie, l'électronique, les machines outils, l'industrie pharmaceutique et agro-alimentaire. Cependant, l'entreprise a souffert de la crise économique et a du alléger drastiquement le service robotique de son unité au cours de l'année 2009²².

Certaines entreprises possèdent une implantation francilienne mais ne fabriquent pas sur place. Parmi elles, on peut citer Comau (Trappes -78), Kuka [91] ou Fanuc [91].

Une présence discrète de la robotique de défense, sécurité et surveillance

Des entreprises présentes sur les activités militaires comme civiles

Les PME appartenant à ce secteur de la robotique proposent la plupart du temps des produits à utilisation duale. C'est le cas notamment des drones ou des plates-formes mobiles qui selon le matériel embarqué peuvent servir pour des utilisations civiles ou militaires. C'est le cas de Wifibot qui propose des petits robots articulés à 4 roues qui sont capables d'embarquer toutes sortes de capteurs et appareils de mesure et surveillance pouvant servir en usage civil comme militaire.

La France compte avec le groupe ECA un acteur majeur de la robotique militaire et de défense. ECA, qui emploie actuellement environ 600 personnes dont la majeure partie en France, possède des compétences dans la protection des vies humaines par la robotique, la simulation et les systèmes de contrôle et de sécurité. ECA produit également des robots à vocation militaire : robots d'identification et de destruction des mines, robots autonomes de détection/cartographie, drones de surface... ainsi que des robots à usage civil : systèmes de contrôle/sécurité et simulateurs d'entraînement pour l'aéronautique, systèmes d'inspection et de démantèlement pour le nucléaire, simulateurs terrestres...

Le marché des mini-drones largement dominé par les PME

Le marché des drones est divisé en plusieurs catégories selon l'altitude à laquelle ils volent ou le type d'application à laquelle ils sont destinés :

- Les drones de combat sont des drones de tous types et toutes tailles et destinés uniquement à combattre.
- Les drones HALE (Haute Altitude Longue Endurance) ne sont pas développés en Europe. Trop gros, trop chers, seuls les États-Unis sont en mesure d'en développer et d'en acheter.
- Les drones MALE (Moyenne Altitude Longue Endurance) font l'objet de nombreuses recherches, notamment le groupe européen EADS avec le projet Talarion. Le développement

[22] Source: « ABB peine à mener à bien son plan social », article paru dans le journal Les Echos le 13 octobre 2009.

de ce drone est estimé à 1,5 milliards d'euros²³. Ces types de drones sont capables de voler à 45 000 pieds (environ 15 000 mètres) et sont de grande envergure (8,7m d'envergure pour 750 kilos en moyenne).

- Les drones TACTIQUE peuvent généralement voler à 3 000 mètres d'altitude avec une autonomie de 30 à 100 kilogrammes pour un poids de 300 kilos. Ils sont également l'objet de nombreuses recherches. Sagem (groupe Safran) avec les drones SPERWER et EADS avec les drones DRAC sont deux exemples. Quelques PME développent ce type de drones. C'est le cas de Py Automation, entreprise altosequanaise qui « dronise » des avions. L'entreprise est partenaire de plusieurs constructeurs d'avions et transforme les avions en drones dans les locaux des constructeurs. Elle y intègre toute l'électronique et l'intelligence nécessaires.
- Les mini-drones sont des drones de moins de 50 kilogrammes. Cette dernière catégorie qui semble délaissée par les grands groupes cités précédemment, concerne plus particulièrement les PME.

Ainsi Infotron et Workfly fabriquent des drones de petite taille (de l'ordre d'1 m). Pour ces deux entreprises, leurs produits proposent des hélices contra-rotatives leur permettant de gagner en poids et en stabilité.

Le groupe Bertin Technologies travaille également sur le développement de mini-drones depuis 1999 et suit actuellement son quatrième programme de recherche. Le service en charge des drones qui emploie 10 personnes

peut s'appuyer sur la structure financière du groupe et se concentrer sur la R&D en attendant un assouplissement de la réglementation pour l'utilisation des drones.

La société francilienne Parrot vient de présenter son premier drone multirrotor commandé grâce à l'iPhone d'Apple. Py Automation développe également plusieurs mini-drones comme le drone ELSA, petit avion d'envergure 1 mètre pour un poids légèrement supérieur à 1 kilogramme qui a notamment été vendu à la police nationale. Py développe aussi des mini-drones apparentés à des hélicoptères ou des drones multi-rotors capables notamment de suivre des lignes électriques grâce à un traitement du signal embarqué.

En plus de leur activité de fabrication des drones, Infotron, Py Automation et Workfly développent une activité de services associés en faisant voler leurs drones pour répondre à une prestation demandée par le client. Py Automation est en pleine restructuration et l'entité Py Services, effective à la fin du premier semestre 2010, sera détenue à 51 % par Py Automation et à 49 % par le partenaire Gexpertise, entreprise travaillant dans le domaine de la géométrie. Py Services sera donc à même de proposer un service complet alliant les compétences d'un pilote spécialisé dans le vol des drones et l'expertise métier d'un géomètre. Les principales applications visées sont à destination des géomètres et architectes (orthophoto et photogrammétrie notamment) mais également les inspections de travaux publics et ouvrages d'art ou encore une utilisation en viticulture.

Figure 13 : le drone ELSA²⁴.



[23] Source : « EADS propose 45 drones à trois pays pour 2,9 milliards d'euros », article paru dans le journal Le Point le 8 juin 2009.

[24] Source : Py Automation.

2 LA ROBOTIQUE EN ÎLE-DE-FRANCE

Un riche tissu de PME sur le segment de la robotique personnelle et de services :

Des entreprises de petite taille

En Île-de-France, le secteur de la robotique tous marchés confondus compte essentiellement des PME, dont beaucoup sont encore au stade de la jeune entreprise. Les entreprises sont donc généralement de très petites entreprises, même si certaines dépassent le seuil de 20 salariés voire même quasiment 80 salariés pour Aldebaran Robotics. La taille des entreprises est donc un critère différenciant par rapport au Japon ou à la Corée où les technologies et compétences sont majoritairement détenues par des grands groupes ; ou par rapport aux États-Unis où les technologies sont détenues par les laboratoires de recherche. De plus, la taille des entreprises françaises leur impose de vendre leurs produits pour subsister. Au contraire, la robotique asiatique est aidée par les grands groupes qui peuvent se permettre de rester dans une approche de R&D ou proposent des robots à coût très important.

Des entreprises devant exporter

Pour la plupart d'entre elles, les quelques 25 PME impliquées dans la robotique en Île-de-France sont concernées par l'international qui peut présenter une grande part de leurs ventes, qu'il s'agisse d'identifier des partenaires, clients, sous-traitants, ou d'assurer une veille technologique et concurrentielle. Près de la moitié de ces sociétés ont eu recours aux prestations d'Ubifrance, principalement en direction des États-Unis, du Japon et de la Corée. Parmi elles, cinq ont sollicité la Coface pour une Assurance Prospection. Seules quelques entreprises comme Aldebaran²⁵ et Py Automation ont participé à un projet européen.

Les PME roboticiennes (assembleurs de robots), moteurs de la communauté robotique

Le nombre d'entreprises françaises capables de fournir des robots complets est relativement limité, environ une dizaine en comptant les entreprises du secteur de la robotique de sécurité/défense. La majorité d'entre elles ont au moins une représentation en Île-de-France et y concentrent la plus grande partie de leurs activités : on peut citer Aldebaran Robotics, Robosoft, Violet... Il existe peu d'entreprises de robotique installées en province (Wany Robotics à Montpellier, POB Technology à Lyon ou SurveyCopter dans la Drôme, etc...) et nombre d'entre elles envisagent d'ouvrir une représentation en région francilienne, afin de profiter de la dynamique réseau et de l'effet de masse critique.

Des entreprises positionnées sur des marchés de niche ou en émergence, avec une forte activité de recherche et développement

Beaucoup d'entreprises en sont encore au stade du développement de leur produit. Elles sont engagées dans des projets de R&D, souvent collaborative.

Des entreprises de création récente, menées par des passionnés

La grande majorité de ces entreprises sont très jeunes : elles ont été créées dans les années 2000. Une exception notable est Robosoft, entreprise créée dès 1985. Robosoft, conçoit, développe et fabrique des robots de services dans le domaine des transports, de la santé, de la propreté et de la sûreté. Robosoft a pendant 20 ans été fabricant de robots à la demande et a changé depuis quelques années d'orientation en développant, fabricant et commercialisant ses propres produits. Dans le même cas, on peut également citer Py Automation, créée en 1998 et qui ne développe ses propres produits que depuis 2005.

Des productions orientées vers la formation et les services aux personnes

C'est le cas notamment d'Aldebaran Robotics, jeune entreprise innovante créée en 2005, qui conçoit, développe et fabrique deux robots humanoïdes. Le plus abouti, Nao, est un robot personnel de 58 cm de haut qui remporte actuellement un grand succès auprès des laboratoires de recherche dans 27 pays (dont le Japon, les USA et l'Allemagne, outre la France). Nao est également support de formation, plusieurs universités internationales créant des unités d'enseignement en robotique, comme Carnegie Mellon ou Harvard aux Usa, ainsi que plusieurs universités en Corée et au Japon. Nao n'est pas encore vendu au grand public, une première série d'expérimentations ayant montré qu'il lui manque des applications logicielles pour être vraiment attirant aux yeux de tous. Aldebaran Robotics procédera courant 2010 à une deuxième série d'expérimentations auprès de bêta-testeurs, en prévision de la mise sur le marché de Nao grand public. Le second robot humanoïde de la société est en plein développement. Il s'agit du robot Roméo qui devrait être opérationnel en 2015. Ce robot d'une hauteur 1,4m est à vocation de services à la personne.

Une fabrication des robots encore artisanale

La production et l'assemblage des robots se fait principalement en France, dans les locaux des entreprises. Avec une production de petite ou moyenne série (les robots les plus vendus se comptent encore par centaines), la production n'est pas aujourd'hui industrialisée à grande

[25] projet concerné : Feelix Growing, 6^e PCRD.

Figure 14 : Nao, le robot humanoïde d'Aldebaran ²⁶.

La RoboCup est une compétition internationale de football à vocation scientifique et technique. Des scientifiques du monde entier s'affrontent sur le terrain tous à l'aide de robots Nao, produits par Aldebaran Robotics. L'objectif est de battre en 2050, l'équipe « humaine » championne du monde de football par l'équipe de robots championne du monde.

échelle. De nombreux composants du robots sont donc fabriqués par des entreprises françaises ou européennes et l'assemblage finalisé par les PME roboticiennes. La fabrication d'un Nao dure ainsi 20h et environ 100 Nao maximum par mois sortent des ateliers d'Aldebaran.

Des entreprises très connectées, formant une communauté soudée

De petite taille, les entreprises ne possèdent généralement pas toutes les compétences nécessaires à la conception et au développement de leurs robots. Elles ont donc besoin de s'appuyer sur les compétences des PME apportées de technologies.

Les PME apportées de technologies en TIC : la vraie force de l'Île-de-France

Les PME construisant du hardware et intégrant du software

Les actuateurs sont des composants primordiaux sur les robots car déclenchant le mouvement. Ils peuvent prendre la forme de vérins, moteurs ou actionneurs électrostatiques. Ils sont développés par des entreprises de mécatronique et d'électronique. En Île-de-France, de nombreuses entreprises travaillent dans ces secteurs d'activité. Le secteur de l'électronique a par ailleurs fait l'objet d'une étude spécifique du recueil Enjeux & Défis en 2007 et 2008. Les entreprises de mécatronique, à cheval entre la mécanique, l'électronique et l'édition de logiciels se retrouvent également dans plusieurs études du recueil Enjeux & Défis de l'Industrie en Île-de-France.

Les capteurs recueillent toutes les informations caractérisant l'environnement du robot. Dans le domaine de la vision, nous retrouverons toutes les entreprises qui fabriquent des caméras et du traitement d'image embarqué. Ces entreprises sont généralement également présentes sur d'autres marchés.

Le traitement et l'analyse des données sont réalisés par des entreprises aux profils variés. On retrouvera notamment des sociétés issues du monde de l'embarqué et des systèmes complexes comme par exemple Hyperpanel et Visiolaser qui réalisent du traitement et de l'analyse d'images.

Enfin, l'entreprise Brain Vision System propose un système complet permettant à la machine de percevoir, comprendre et de déclencher l'action comme un humain. La perception peut être visuelle, tactile, auditive et/ou vestibulaire (liée à l'oreille interne). La perception englobe à la fois les aspects globaux, locaux et dynamiques. Ce système visuel est proposé depuis avril 2010 sous forme d'un module appelé BIPcam intégrant le composant BIPS (Bio-Inspired Processor Ship), associé à son logiciel d'exploitation et connecté par liaison USB2 à un PC.

Intempora propose avec son logiciel RTMaps un système-clef permettant la centralisation des données issues des capteurs et en partance vers les actuateurs. Permettant la facilitation des acquisition de données et largement vendu dans l'industrie automobile, il est destiné à être utilisé pendant la phase de R&D grâce à sa souplesse d'utilisation.

Les PME développant des outils qui permettent aux robots de communiquer

Des entreprises électroniciennes développent des technologies de communication sans fil. COMSIS ou Sequans Communications travaillent par exemple sur le dévelop-

[26] Source : www.presse.tugraz.at/ - ongles Robocup 2009.

2 LA ROBOTIQUE EN ÎLE-DE-FRANCE

pement de puces WIMAX, LTE (Long Term Evolution) ou 4G. Ces puces permettent au robot de recevoir ou émettre des données. L'Homme peut ensuite déclencher des actions en interagissant avec son robot grâce aux interfaces Homme-Machine. Dans ce domaine en particulier, de nombreuses sociétés pourraient appliquer leurs compétences à la robotique. C'est le choix qu'a fait l'entreprise TL & Associés, qui possédait à l'origine des compétences en optimisation des flux, contrôles commandes et diagnostics opérations ou en ingénierie dans le domaine des transports.

TL & Associés travaille maintenant depuis mi-2008 sur des applications spécifiques à la robotique. Sersa, entreprise qui développe des dalles tactiles, propose un autre type d'interface Homme-machine.

Les PME fournissant uniquement du Software

Cette catégorie compte de nombreuses entreprises qui développent une part plus ou moins importantes de leur chiffre d'affaires dans le secteur de la robotique. Toutes les technologies y sont à peu près recensées. En ce qui concerne la voix, 3 entreprises franciliennes sont concernées. Ainsi la voix sera reconnue et synthétisée par l'entreprise Acapela. Les technologies d'As An Angel permettront de créer les dialogues et les technologies de Voxler seront capables d'interagir vocalement, musicalement et d'utiliser la voix comme outil de contrôle.

Nombre de ces entreprises développent des technologies présentes sur le marché du jeu vidéo. Parmi elles, Spirops développe notamment un système d'intelligence artificielle. Avant traitement, de nombreuses entreprises développent des outils de gestion de l'information. On peut citer Exalead ou Pertimm qui proposent des moteurs de recherche

L'architecture est régie par un système d'exploitation, comme Urbi 2.0, produit exclusif de Gostai. Basé sur la technologie de parallélisme, son système d'exploitation open source est actuellement développé pour les robots les plus distribués. Un système communautaire permet aux internautes de voter pour définir quel robot sera le prochain à bénéficier d'un développement d'Urbi. Le système d'information permet de prioriser, hiérarchiser et veiller au bon fonctionnement des autres applications.

Les PME proposant des services sur base de robots existants

Les capacités d'action d'un robot dépendent de ses caractéristiques physiques, mais également des applications logicielles qui lui sont installées. Bien souvent, c'est cet élément logiciel qui est le facteur limitant dans une utilisation au quotidien. Un particulier qui entrerait en possession d'un robot de services ou de loisir peut vouloir enrichir ses

activités en y installant de nouvelles applications, tout comme on achète des jeux pour une console.

Parmi les entreprises développant des applications, on peut citer l'entreprise Robopolis, qui a d'abord été spécialisée dans le commerce pur. Robopolis est notamment le distributeur exclusif de nombreux robots sur le marché français dont le robot-aspirateur Roomba (développé par l'entreprise américaine Irobot).

Robopolis se diversifie maintenant en ajoutant une nouvelle activité à son portefeuille : le développement d'applications logicielles pour les robots. Les capacités des robots sont en effet limitées pour le moment par le fait que le nombre d'applications logicielles développées reste faible.

Les PME vendant/distribuant des robots

Deux systèmes de vente se font face selon le marché de destination. Ainsi, pour les robots grand public, la vente se fait directement via internet sur le site marchand de distributeurs comme Robopolis ou Robootic ou chez des détaillants grand public comme la FNAC ou Darty.



En ce qui concerne les robots nécessitant une intégration ou des développements supplémentaires pour être pleinement opérationnels dans leur environnement, la vente est généralement conclue via des intégrateurs. Ceux-ci sont souvent des PME capables d'agir sur des secteurs d'activités diversifiés.



Les PME avec opportunité de développement d'un nouveau marché

Un robot étant un produit très complexe et mettant en œuvre de nombreuses technologies, de très nombreux secteurs sont concernés. En premier lieu viennent les industries du design, des télécoms et du logiciel.

Les PME apportées de technologies hors TIC

La majorité des compétences pouvant être apportée en Île-de-France rentre dans la catégorie des TIC. D'autres sociétés franciliennes pourront apporter leurs savoir-faire à la robotique sans que ceux-ci soit particulièrement innovants. On peut notamment penser à la fabrication des pièces mécaniques ou au câblage des cartes électroniques.

2. DES ACTIONS EN FAVEUR DE LA ROBOTIQUE QUI S'ACCÉLÈRENT

Les syndicats professionnels

Le Symop

Le Symop est le syndicat français des entreprises de production. Il regroupe 220 entreprises qui emploient 16 000 salariés. Affilié à la FIM (Fédération des Industries de la Mécanique) et basé à Courbevoie, il est constitué de 13 groupes thématiques dont 1 consacré à la robotique et créé depuis environ 15 ans, du fait de l'émergence plus ancienne de la robotique industrielle. Ce groupe thématique présenté sous forme de club recense 17 membres et fédère les entreprises qui produisent ou mettent sur le marché des robots ou des cellules robotisées ainsi que leurs accessoires. La vocation du club est la promotion de la robotique, encore sous-employée en France, notamment à travers le projet Robotcaliser. L'objectif est de robotiser pour empêcher les délocalisations. La plupart des fabricants de robots industriels sont regroupés au sein du syndicat. La majorité des robots industriels sont produits en Europe (hors France) et les adhérents du syndicat ne sont pas des entreprises françaises.

En 2009, le club robotique du Symop a lancé une étude cofinancée avec la DGCS (Direction Générale de la Compétitivité, de l'Innovation et des Services du Ministère de l'Économie, de l'Industrie et de l'Emploi) visant à déterminer l'impact de l'automatisation et de la robotisation sur l'organisation du travail et la compétitivité des PME. L'étude constate un fort retard dans la robotisation des PME par rapport à l'Allemagne et à l'Italie, en particulier dans les secteurs industriels hors automobiles. Plusieurs freins majeurs ont été relevés :

- le coût de l'investissement (compris entre 100 et 400 000 euros avec une moyenne à 180 000 euros) ;
- le manque de structuration et de formation des intégrateurs (on compte environ 400 intégrateurs français, majoritairement des TPE dont la moitié adresse plus de 5 secteurs d'activité différents) ;
- des compétences et formations inadaptées (manque de temps pour la formation du personnel qui est déjà formé au tour numérique et peut réagir rapidement et efficacement sur ce dernier) ;
- manque d'information sur les capacités des robots (aucune information complète disponible et les entreprises n'arrivent pas à imaginer l'intégration d'un robot dans leur fabrication) ;

- changement des méthodes de travail inenvisageable (nécessité de reconcevoir le produit et redéfinir le process, matériaux non compatibles avec la robotisation, manque de place...).

Pour contrer ces freins, plusieurs pistes d'actions ont été proposées mettant en œuvre tous les acteurs impliqués dans le développement de la robotique industrielle.

Syrobo

Syrobo est le syndicat français de la robotique personnelle et de services. Créé en avril 2009, il fédère déjà une vingtaine de membres, acteurs économiques, associations ou organismes d'enseignement et de recherche. Sa mission est de représenter les intérêts de ce secteur émergent, porteur d'emplois et facteur de compétitivité pour la France et l'Europe auprès des pouvoirs publics, du monde économique et du grand public. Syrobo est organisé autour de 5 commissions : événement, formation, robot & éthique, étude et international.

En octobre 2009, Syrobo a lancé les « Robot Wednesday ». Il s'agit de rencontres ouvertes à tous, où des spécialistes de la robotique de services interviennent sur des thématiques communes à l'industrie.

En 2010, Syrobo annonce une étude de marché sur la robotique de services en Europe. Cette étude étudiera plus précisément la situation française et européenne : l'état du marché, ses acteurs, ses enjeux et ses perspectives. L'état des lieux réalisé dans les grandes études internationales reste souvent très imprécis et incomplet pour le continent européen, en comparaison avec les États-Unis et la zone Japon/Corée.

Du 23 au 25 mars 2011, à la Cité Internationale de Lyon, Syrobo organise Innorobo : le salon professionnel européen de la robotique de services. Le salon couvrira dans un vaste espace d'exposition et lors de conférences de haut niveau, des thèmes tels que Robotique et assistance à la personne, Robotique et éducation, Domotique et internet des objets. Il n'existe pas encore à l'heure actuelle de grand salon européen.

Les pôles de compétitivité

Le pôle de Compétitivité Cap Digital Paris-Région/Cap Robotique

Ce pôle à vocation mondiale, basé à Paris, travaille sur neuf domaines identifiés dont la robotique. Dans ce cadre, son action a un quadruple objectif :

- Impulser et favoriser des projets de R&D collaborative dans le secteur, projets soutenus financièrement par l'État et les collectivités territoriales ;

2 LA ROBOTIQUE EN ÎLE-DE-FRANCE

- favoriser les échanges et les synergies entre les différents secteurs travaillant autour de la thématique du numérique et des nouvelles technologies ;
- soutenir le développement des sociétés en favorisant la mise en contact avec les financeurs potentiels des projets et les grands donneurs d'ordres ;
- valoriser les savoir-faire des entreprises membres du pôle à l'international.

En mars 2008 est financé le premier projet R&D de robotique de services. Intitulé Roméo et piloté par l'entreprise Aldebaran Robotics, l'objectif est de développer un robot humanoïde de services à la personne. Le projet Roméo, labellisé par Cap Digital, fait intervenir treize participant dont 5 PME.

Créée en décembre 2008 à l'initiative d'Aldebaran Robotics, la communauté « Robotique et objets communicants » (plus simplement nommée Cap Robotique) au sein du pôle de compétitivité Cap Digital a pour objectif de rendre la France leader pour la robotique personnelle et de services. La communauté recense actuellement une cinquantaine de membres : des roboticiens mais également des entreprises proposant des technologies à valeur ajoutée pour la robotique au sens large et les laboratoires de recherche. « L'objectif principal de la Communauté est d'être le pivot de la robotique autonome, qu'elle soit de service ou ludique, et ainsi faire émerger le secteur de la robotique et des objets communicants en misant sur le business et l'innovation. »²⁷ La Communauté souhaite développer des pistes innovantes et un écosystème composé à la fois d'entreprises robotiques, mais aussi d'autres domaines et disposant de technologies à valeur ajoutée pour la robotique au sens large, incluant également les objets communicants.

À l'international, Cap Robotique vise le développement de ses adhérents (une vingtaine de PME) et la veille technologique à travers des missions collectives. Cap Robotique a participé à la mission UbiFrance Japon-Corée en novembre 2009.

Mov'eo, System@tic et Astech

Ces trois pôles de compétitivité ont des thématiques s'approchant de la robotique. Chez Mov'eo, on trouvera des projets de véhicule autonomes, chez Astech des projets de développement de drones et chez System@tic des projets de sous-ensembles complexes. Néanmoins, aucun de ces pôles ne possède une communauté ou une thématique clairement identifiée robotique.

La MRIS

La MRIS (Mission pour la Recherche et l'Innovation Scientifique) est une direction de la DGA (Direction Générale de l'Armement). Elle propose plusieurs dispositifs de soutien aux PME, du financement des études à la subvention de projets innovants. La MRIS est constituée de 9 domaines scientifiques.

En 2008 et 2009, le MRIS a défini comme axe pluridisciplinaire la robotique de défense (ROD). Cet axe pluridisciplinaire est inscrit dans le POS (plan d'orientation Stratégique) et intéresse les 9 domaines scientifiques.

Le GDR Robotique

Le Groupe De Recherche en Robotique a été mis en place en 2007 par le CNRS. Il a un double objectif :

- animer et structurer la communauté scientifique,
- promouvoir, faciliter et dynamiser les échanges entre recherche et industrie.

À cet égard, le GDR Robotique milite notamment pour la création d'un appel à projet spécifique à la robotique au sein de l'ANR. Il participe également au projet PROTEUS : Plate-forme pour la Robotique Organisant les Transferts entre Utilisateurs et Scientifiques. PROTEUS aide au transfert de technologies entre laboratoires et industriels et va permettre d'optimiser la coopération des technologies entre-elles.

Le groupe de recherche est constitué d'une part de centres de recherche et d'autre part d'un club des partenaires qui regroupe des industriels. Le communauté de scientifiques compte une vingtaine de membres, parmi lesquels de nombreux laboratoires franciliens : l'ONERA, l'ISIR (Institut des Systèmes Intelligents et Robotiques), le CEA-LIST, l'INRIA Paris, le Laboratoire de Mécanique des Solides, l'Ecole Polytechnique, l'Ecole des Mines de Paris, l'Ecole des Ponts Paris Tech, le LISV - Laboratoire d'Ingénierie de Versailles, l'université Pierre et Marie Curie avec le LIP6 et le laboratoire de robotique de Paris, etc...

Le CRIIF

Le Centre de Robotique Intégrée d'Île-de-France est un Centre de Transfert Technologique spécialisé en mécatronique. Intégré à l'ISIR (Institut des Systèmes Intelligents et Robotiques), il s'est spécialisé dans les applications en robotique. Depuis 1997, le CRIIF est labellisé Centre de Ressources Technologiques par le ministère de recherche. Il propose des prestations de prototypage, conception, conseil scientifique et technique et transfert technologique.

[27] Source : capdigital.com

3

ENJEUX POUR LA FILIÈRE

1. DES VEROUS TECHNOLOGIQUES
IMPORTANTES RESTENT À LEVER

L'essor attendu pour la robotique est souvent comparé à celui de la micro informatique qui est passée de l'utilisation industrielle à une utilisation personnelle et à une consommation de masse.

Si, dès aujourd'hui, de fortes innovations permettent de développer de nouvelles applications et des nouveaux marchés, d'importants verrous demeurent pour réaliser un robot pleinement autonome, mobile, interactif et intelligent.

Vers une véritable autonomie

La robotique est l'un des champs technologiques où la question de l'autonomie est de plus en plus importante, tout particulièrement dans son acception d'autonomie énergétique.

Les applications historiques de la robotique, essentiellement industrielles, n'avaient pas à répondre à la question de l'approvisionnement en énergie. Les nouvelles applications des robots, comme l'intervention en milieu hostile ou les drones, impliquent une autonomie efficace.

La question de l'autonomie des robots recoupe plusieurs champs d'innovation.

Les batteries et les piles à combustibles font l'objet de développements constants, leurs enjeux sont mondiaux dans un contexte de recherche d'alternatives aux énergies fossiles. En Île-de-France et en Normandie, le pôle de compétitivité Mov'eo consacre une de ses commissions thématiques à la question aux systèmes de stockage d'énergie. Plusieurs projets de R&D collaborative sont engagés dans ce domaine.

La robotique est un domaine d'application et d'expérimentation de ces innovations. Ainsi, une équipe de recherche japonaise a mis au point un drone sous-marin alimenté par une pile à combustible. Il s'agit d'un robot poisson, mesurant une dizaine de centimètres qui sera utilisé pour explorer les fonds sous marins.

D'autres projets portent sur les systèmes auto-alimentés. Les cellules photovoltaïques en sont un exemple. La piste biologique est également explorée. En 2000, un chercheur de l'université de Floride ²⁸ a mis au point un « gastrobot », système capable de produire de l'énergie en absorbant des matières organiques. Ce robot utilise des bactéries pour décomposer sa « nourriture » et la transformer en électricité.



Figure 15 : Gastrobot EcoBot II, le robot dévoreur de mouches ²⁹.

Des robots sur tous les terrains

Les robots sont attendus sur des applications dont les milieux sont très variés : terrestres, marins, sous-marins ou aériens, ils devront être capables d'opérer dans des contextes parfois extrêmes. Leur mobilité et leur solidité font donc aussi l'objet de développements.

L'électronique, la mécatronique et les matériaux sont les domaines technologiques prépondérants pour améliorer l'adaptation des robots à leur environnement. Les nanotechnologies sont déjà mises en œuvre dans certains développements.

Un exemple de projet de recherche spectaculaire dans la mobilité des robots est le « big dog » de la société Boston

[28] Travaux de Stuart Wilkinson, professeur au département d'ingénierie mécanique de l'Université de Floride.

[29] Source : www.ias.uwe.ac.uk/

3 ENJEUX POUR LA FILIÈRE

Dynamics, mis au point en 2005 en collaboration avec plusieurs laboratoires. Ce robot quadrupède est capable de porter 150 kg sur la plupart des types de terrains. Son déplacement est contrôlé par son ordinateur embarqué, qui gère les informations d'orientation, d'équilibre et de terrain captées autour du robot.

Au-delà de la maîtrise de ses déplacements, l'enjeu de la mobilité des robots peut être vu comme la mise au point d'une forme de « conscience » de la machine vis-à-vis de son environnement.

Afin de maîtriser les déplacements, des systèmes de détection et de reconnaissance visuelle, acoustique et thermique permettent d'adapter les déplacements du robot. Des algorithmes de cartographie et de localisation simultanées permettent de construire ou mettre à jour une carte dans un environnement inconnu ou connu. Ainsi des robots sont capables de construire leur itinéraire en temps réel.

De même, en matière de sécurité, la notion de proprioception³⁰ est un enjeu technologique. En effet, le robot doit s'adapter aux événements afin de pleinement interagir, en sécurité, dans son environnement.

Un exemple d'innovation dans le champ de la proprioception est celui des bras articulés à rigidité variable permettant de parer à un coup inopiné. Un prototype, développé par l'Institute for Manufacturing Engineering and Automation (IPA) et le chimiste Bayer, associe à un bras articulé doté d'une grande souplesse de mouvements une peau artificielle. Cette peau est composée d'une couche externe en polymère, bardée de capteurs, et de deux types de mousses de polyuréthane. Ainsi, le robot industriel peut détecter les interactions physiques et atténuer le contact accidentel. Ce dispositif est appelé « Variable Stiffness Actuator ».

Un robot comme interlocuteur ?

Les robots sont attendus en tant que compagnons des hommes, à la fois dans une optique de loisirs, et dans des applications liées à la sécurité ou à la santé. Aujourd'hui les technologies liées aux commandes, à la dictée ou à la synthèse vocales sont efficaces, cependant aucun système n'est actuellement capable d'interagir pleinement avec son utilisateur.

Le champ de l'interprétation humaine fait l'objet d'importants travaux, la France et l'Île-de-France font partie des principaux centres mondiaux d'innovation dans ce domaine qui comprend les thèmes de l'analyse vocale, faciale ou comportementale. Les modes de communication interactifs

homme-machine non verbaux comme les gestes, les contacts, l'expression des yeux et du visage sont à l'étude pour améliorer la communication homme-machine.

Le Traitement Automatique des Langues (TAL) est en France un domaine de recherche combinant la linguistique, l'informatique et l'intelligence artificielle. Une communauté de chercheurs et d'industriels est constituée depuis 1959 autour de l'association pour le traitement automatique des langues, ATALA. Les premiers outils connus du grand public dans ce champ technologique sont les traducteurs automatiques et les correcteurs d'orthographe. Aujourd'hui cette communauté partage ses travaux dans les domaines de la synthèse et de la reconnaissance vocales, ou encore dans celui de l'internet sémantique.

Exemple francilien, la PME As An Angel développe des avatars ou agents virtuels conversationnels, capables d'interagir dans le cadre de conversations textuelles. Ces agents sont utilisés par des grands groupes pour guider les internautes sur leurs sites. Des travaux sont aujourd'hui en cours pour déployer ces technologies conversationnelles dans le cadre d'un échange de vive voix.

Un robot est-il aussi intelligent qu'un humain ?

La mise en œuvre des fonctionnalités du robot, au-delà de ses capacités physiques, de la perception de son environnement et de son utilisateur, est essentiellement logicielle.

Le système informatique du robot, appelé « intelligence artificielle », sert à répondre aux besoins de son utilisateur. Il est au cœur de l'efficacité du robot, reçoit les informations de ses capteurs, optimise ses mouvements et lui permet d'accomplir ses tâches.

La mise au point d'une intelligence artificielle comparable à l'intelligence humaine semble toujours relever de la science fiction. Certains débats, depuis les débuts de la robotique, portent sur la possibilité de doter une machine d'une conscience³¹.

De nombreux verrous technologiques demeurent pour mettre au point un robot d'une « intelligence » complètement adaptée à la société humaine. Ces verrous sont à la fois logiciels et matériel : quelle architecture algorithmique adopter ? Quelle configuration informatique y est la plus adaptée ?

[30] proprioception : perception individuelle du robot.

[31] Voir notamment les travaux d'Alan Turing ou de Marvin Lee Minsky.

En termes de matériel, une question importante est celle de la localisation de l'intelligence du robot. Certains dispositifs ont un ordinateur embarqué, d'autres sont partiellement ou complètement gérés à distance. On parle alors de système décentralisé. Dans les deux cas, les progrès sont constants. D'une part, la miniaturisation des circuits informatiques permet de mettre au point des ordinateurs de plus en plus puissants et compacts. D'autre part, les dernières années ont vu émerger de nouvelles technologies de partage d'informations, de calcul réparti via internet et d'optimisation des communications sans fil. Les processus informatiques peuvent de plus en plus être traités à distance et par plusieurs ordinateurs.

En termes logiciels, la recherche produit aujourd'hui des systèmes capables de déclencher leurs propres évolutions. Les programmes ne décrivent plus seulement la codification de tâches unitaires, mais ils permettent d'adapter leurs traitements.

Les exemples vus plus haut montrent que des progrès considérables ont été accomplis pour élaborer des intelligences artificielles capables d'interpréter, d'imiter et de s'adapter aux comportements humains. Certains logiciels vont jusqu'à mettre en oeuvre une capacité d'apprentissage du langage ou des actions. Il s'agit de doter le robot de la capacité à acquérir de nouvelles fonctionnalités sans devoir modifier son programme informatique.

C'est ainsi qu'une équipe de l'université de Herfordshire au Royaume-Uni réalise l'apprentissage de la parole au robot iCub, de façon comparable à l'acquisition de la parole d'un jeune enfant.

En France, la Société Aldebarran Robotics a mis au point un robot compagnon et d'aide au quotidien équipé d'un système de reconnaissance vocale et des visages.

Enfin, en 2004, des chercheurs du Sony Computer Laboratory de Paris ont testé des robots dotés uniquement d'un logiciel d'éveil et de curiosité. Des robots-chiots placés sur des tapis d'éveil apprennent à reconnaître des objets différents et à se déplacer. Il faut environ une journée au robot pour finaliser son apprentissage de la marche, sans qu'aucun programme de marche ne soit installé dans son intelligence.

2. DE NOUVEAUX MARCHÉS EN ÉMERGENCE POUR LA ROBOTIQUE

Comme cela a été montré en partie 1, la robotique a encore aujourd'hui pour marché principal les applications industrielles, et se concentre très fortement sur quelques industries manufacturières : automobile, électronique... L'utilisation est aussi, principalement, le fait de grands groupes. De nouveaux marchés se développent actuellement pour la robotique, que ce soit pour de nouvelles applications industrielles, ou pour des entreprises industrielles de plus petite taille. C'est également l'explosion prévue des marchés du service à la personne, de la santé, et du loisir.

La diffusion de la robotique dans l'industrie, notamment vers les PME

Des initiatives sont à souligner, tel le projet européen SMErobot qui a eu pour mission de trouver des solutions d'intégration et de R&D collaboratives pour optimiser les projets et renforcer la compétitivité des PME. Les conclusions rendues en 2009 ont permis de recenser et de préparer un véritable virage technologique grâce à de nouvelles architectures, des interfaces conviviales, de la programmation intuitive et des solutions à bas coût. Ce programme a permis de créer des démonstrateurs tels que le déchargement de pièces en vrac, le mécanosoudage de séries courtes où la sécurité des procédés manuels de travail du bois³².

Le syndicat professionnel Symop est également en train de mettre en place un plan d'actions pour aider les PME à se robotiser.

La domotique ou objets communicants

Filière industrielle connexe à la robotique, la domotique est basée sur la mise en réseau de différents appareils contrôlés par une centrale intelligente. Appliquée à l'ensemble des technologies de l'électronique, de physique du bâtiment, d'automatismes, de l'informatique et des télécommunications, la domotique doit permettre l'optimisation de l'éclairage, du chauffage et de l'acoustique, la gestion des énergies et la sécurité dans les maisons, les hôtels et les lieux publics. Elle peut être commandée, programmée centralisée ou embarquée... par écrans tactiles ou web, ou par microphonie associée à des logiciels de reconnaissance vocale ou visuelle.

[32] Source : La lettre du Cetim – n° 211, Septembre 2009.

3 ENJEUX POUR LA FILIÈRE

Les modes de transmission sont multiples tels les ondes radio Hertziennes, l'infrarouge, le courant secteur, les signatures numériques magnétiques, les réseaux câblés...

La domotique présente des problématiques communes à la robotique. Elle est communicante et met en œuvre un système d'intelligence artificielle. Dans certains cas, la domotique peut également être autonome, mettre en œuvre des robots ou avoir pour interface un robot.

La robotique progresse dans de nouveaux secteurs industriels

Dans le domaine de l'agroalimentaire, les robots sont portés par les problématiques d'hygiène et de sécurité. L'exploitation des robots en agroalimentaire est encore assez récente. D'abord cantonnés à des rôles de fin de ligne, l'encaissage et la palettisation, des robots commencent à intégrer le conditionnement direct du produit malgré des contraintes fortes de sécurité et d'hygiène. D'autres applications germent telles que la prévention des Troubles Musculo-Squelettiques (TMS)³³ dans certaines branches telle que la boucherie où une pénurie de main d'œuvre est constatée. Après le secteur de l'embouteillage précurseur, des applications existent chez les maraichers, pour l'ensachage des salades, les fromagers pour la fonction de « déclayage », mais également la fabrication de gâteaux... associées souvent à la qualité par un visionnage et des calibrages.

Mieux qu'un maître chien, un robot pour surveiller les chantiers

Le robot qui grimpe aux arbres et dénommé RISE, est mis au point par l'université de Pennsylvanie. Ce robot est capable de mouvements verticaux. Il est en effet équipé de 4 jambes et de pinces lui permettant d'agripper un tronc d'arbre ou un poteau. Sa vitesse est de 21 centimètres par seconde. Les applications devraient concerner le domaine de la surveillance : doté de caméras, il observera la scène et assurera des tâches de reconnaissance. Faible en consommation d'énergie, d'une taille comparable à celle d'un caméscope, ce robot permettra l'observation de zones peu accessibles³⁴.

[33] Les Troubles musculo-squelettiques (TMS) sont, en France, la première cause de maladie professionnelle reconnue et leur nombre s'accroît d'environ 18 % par an depuis 10 ans.

[34] Source : Les Echos du 18 mai 2009.

[35] Source : Les Echos du 03 août 2009.

Services à la personne

Ces produits de services à la personne sont attendus à très court terme (pour 2010-2011). Ils doivent répondre à des critères de :

- sécurité afin de ne pas compromettre la sécurité physique ou mentale des humains, c'est-à-dire se repérer dans l'espace tout en étant discret en taille et en poids ;
- visibilité ou lisibilité dans la manière d'aborder naturellement l'humain sans qu'il soit repoussé ;
- sociabilité par le respect des règles sociales ;
- l'adaptabilité suivant le besoin de la ou des personnes avec qui ils devront interagir.

Les applications de services à la personne sont très variées, et donnent lieu à de nombreux développements de robots. Tâches ménagères (robot-aspirateur, robot-tondeuse), soin et surveillance des personnes âgées ou dépendantes, sécurité et surveillance pour les particuliers...

C'est ainsi que le Japon, dont 20 % de la population a plus de 65 ans, commence à compter sur ASIMO (Advanced Step in Innovation Mobility), le robot de Honda, pour pouvoir aux besoins de la population vieillissante. Enrichi par une multitude de mécaniques, automatismes et intelligence artificielle, ce robot peut courir, modifier son itinéraire tout en marchant, monter et descendre les marches, détecter des mouvements, reconnaître, analyser leur provenance et leur destination, reconnaître des visages, les voix, comprendre, tout en gardant son équilibre... Il est utilisé comme hôte d'accueil par des grandes entreprises.

Aussi, DOMEQ en France, est le prototype développé par l'entreprise ROBOSOFT, qui mise sur le service aux personnes isolées pour les mettre en relation avec leurs proches et détecter les situations à risque en alertant les personnes adéquates. Il pourra être un précieux compagnon pour rappeler la prise de médicaments ou les rendez-vous programmés. Les proches, famille ou médecin, par visio-phonie pourront avoir la situation exacte à un instant « T » permettant d'évaluer l'urgence d'une éventuelle intervention. Ce robot pourra aussi être utilisé pour stimuler les personnes atteintes d'Alzheimer.

Au Japon, la société Cyberdine a développé un Exo-squelette pour les personnes âgées. Ce robot fait suite à un nouveau plan étatique pour accélérer le développement et l'entrée en service effective de robots d'assistance, lesquels sont déjà utilisés à petite échelle et nécessitent des mises au point en termes de sécurité, d'arrêt automatique... Les robots seront ensuite produits en série après obtention de la certification³⁵.

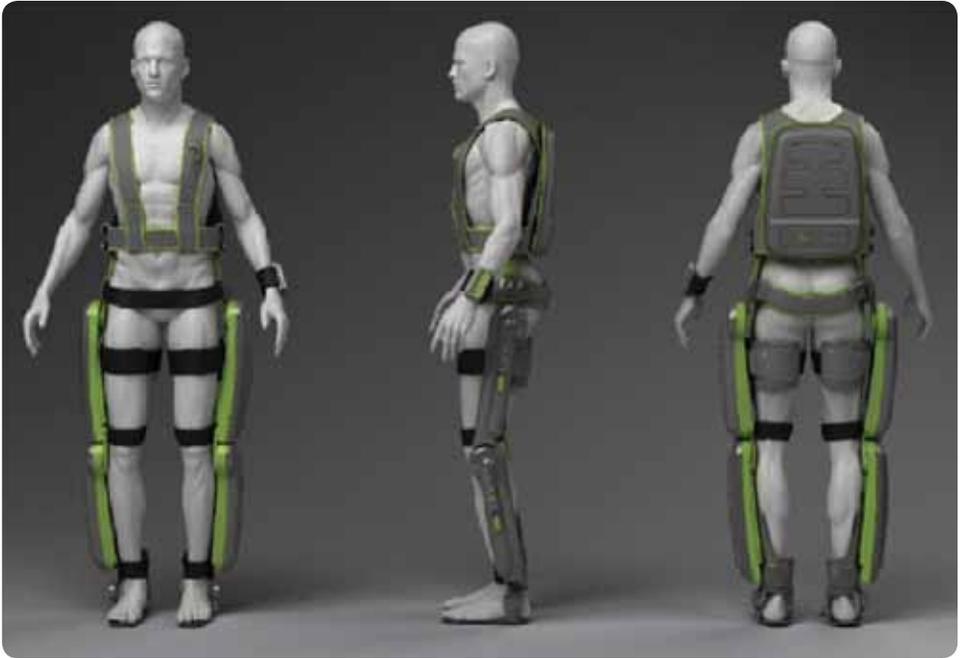


Figure 16 : le ReWalk, exosquelette de la société irsaélienne Argo Medical Technologies.

Les robots s'invitent dans les hôpitaux

Les robots de demain emménagent à l'hôpital pour assister de plus en plus le chirurgien par le biais de bras mécanique et de système de vision 3D commandés par une console et pratiquant des opérations extrêmement précises : transplantation de veines coronariennes, pontage ou la microchirurgie dans le cerveau et minimiser les actes opératoires invasifs. Le robot « Da Vinci » est d'ores et déjà utilisé aux USA pour le traitement de 60 % de certains cancers. En France, 16 robots de ce type existent. Déjà mis en service, le robot anesthésiste, à l'hôpital de Suresnes, est capable d'endormir et de réveiller seul les patients.

À titre prospectif, les nano-robots injectables pourraient être capables à l'avenir avec leurs 250 micromètres et leur nano-moteur de se déplacer et d'opérer par exemple les zones inaccessibles du cerveau.

Le projet européen IWARD vise à développer dès 2010 un « robot infirmier » capable de contrôler la température et la pression artérielle, nettoyer les chambres, distribuer les médicaments et renseigner les visiteurs. Ces robots seraient interactifs entre eux, capables d'agir en réseau pour exécuter leurs tâches et régler d'éventuels problèmes.

Le marché des jeux et des loisirs s'ouvre à la robotique

Véritables condensés de technologies, les robots-jouets deviennent intelligents en pensant par eux-mêmes, réagissant à leur environnement et imitant les comportements des animaux voire des humains. Ils risquent de supplanter les jouets traditionnels.

Depuis, Pleo, nouveau cobaye de la start-up américaine Ugobe (rachetée depuis par Jetta Company Limited), a revêtu l'image d'un bébé dinosaure réapparu au 21^e siècle et est capable de marcher, de réagir à l'environnement qui l'entoure et d'exprimer différentes émotions. Son système d'exploitation est programmable (Life OS).

Le marché de l'éducation et de la formation

Les robots sont pour le moment peu présents dans les écoles et universités françaises, contrairement aux écoles coréennes, déjà très équipées en micro-informatique. Le robot a pourtant des utilisations intéressantes dans le domaine de l'éducation.

Ainsi, des robots ont été spécialement développés pour les enfants autistes. En réagissant toujours de la même

3 ENJEUX POUR LA FILIÈRE

manière aux mêmes stimuli, ils permettent à l'enfant de décoder le comportement humain et s'intégrer plus facilement. Le robot KASPAR, qui a été l'objet d'un projet européen, présente des résultats aux tests plutôt encourageants.



Figure 17 : le robot Kaspar³⁶.

Les robots sont également une mise en application des matières enseignées à l'école. Avec leur image souvent ludique, ils peuvent se transformer en campagne de promotion efficace pour les filières techniques. En France, POB Technology est leader sur le marché des robots éducatifs.

Le champ immense des services à la personne, un marché à conquérir pour les robots

Les robots peuvent désormais accomplir des tâches jusqu'ici spécifiquement humaines.

Sont apparus les robots-aspirateurs, robots-tondeuses à gazon pour le domaine du nettoyage, ou le robot humanoïde qui marche, monte et descend des escaliers, salue des personnes et accomplit des allers et retours obéissant à un ordre humain (Robot Asimo de Honda) dans le domaine de l'accueil.

Pour les humanoïdes, des progrès importants ont été constatés quant au mimétisme de la marche, afin que le robot puisse se déplacer, monter ou descendre les marches et courir.

3. L'ACCEPTATION DES ROBOTS PAR LE GRAND PUBLIC, UN FREIN AU DÉVELOPPEMENT DU SECTEUR ?

Pour se développer, la robotique de services a besoin de développer ses marchés et de se faire accepter par le grand public. Sur la planète, on assiste à des niveaux d'acceptation des robots bien différents.

Ainsi, en Europe, le robot en général intrigue et suscite beaucoup d'interrogations. Il peut également être mal perçu. En effet, lors de l'introduction des premiers robots industriels en France, ceux-ci ont immédiatement été perçus comme des destructeurs d'emplois, en remplaçant les ouvriers sur la chaîne. Depuis, certains films comme Terminator ont amené la vision des robots destructeurs et dangereux pour l'Homme, qui classe encore de préférence les robots dans les objets utiles et indispensables.

Le robot arrivant après un long processus d'automatisation (bras articulé, distributeur de boisson...), certains ne considèrent pas toujours l'objet comme étant un robot mais hypothétiquement comme un agrégat de technologies complétées d'intelligence et de multiplications des fonctions. Également, certains industriels raisonnent encore en termes d'ingénierie et non de marketing.

A contrario, en Asie et en particulier au Japon et en Corée, les robots sont depuis longtemps dans les mœurs. Ainsi, dès 2006, un article du New York Times annonce que d'ici 2015 à 2020 tous les foyers sud-coréens posséderont un robot³⁷. L'objectif personnel de Oh Sang Rok, responsable du projet robot de services intelligent au sein du gouvernement est même d'atteindre cet objectif dès 2010.

[36] Source : www.sciencedaily.com/

[37] Source : New York Times, article du 2 avril 2006 : In a Wired South Korea, Robots Will Feel Right at Home.

Figure 18 : I-Robi³⁷.

En Corée, la plupart des classes des écoles maternelles possèdent un robot I-Robi. Dès leur arrivée en classe, les enfants se dirigent vers le robot qui leur dit bonjour et reconnaît les enfants. Le robot fait donc l'appel pendant que le professeur s'occupe des autres enfants ou de leurs parents. Lors de la journée, le robot peut soit aider l'institutrice dans ses activités, soit s'occuper de manière autonome d'un groupe d'enfants. Le robot peut leur raconter des histoires, les faire chanter, leur faire travailler leur vocabulaire et langage... Les classes sud-coréennes sont également toutes pourvues d'au moins un ordinateur. Les enfants perçoivent très différemment les robots des ordinateurs. Ainsi, si l'ordinateur est en panne, ils disent que « la machine est cassée » alors que si c'est le robot, ils disent qu'« Irobi est malade ».

Figure 19 : le robot-phoque Paro³⁸.

Au Japon, le phoque Paro possède une popularité qui peut laisser la plupart des Européens perplexes. Paro est une petite peluche de 57 cm pour 3 kilogrammes, ressemblant à un bébé phoque. Paro exprime du plaisir lorsqu'il est caressé, et du mécontentement quand il est ignoré. Paro peut répondre à la vue, au bruit, à la température et même au maintien. Imitant un comportement animal, il peut identifier 7 langues dont le français. Paro est présenté comme un robot thérapeutique. Il abaisse la tension des patients et permet de stimuler et sociabiliser les personnes âgées et plus particulièrement celles atteintes de démence et d'Alzheimer. En France cependant, les animaux domestiques réels gardent encore largement la préférence des seniors.

[38] Source : asimo.honda.com/[39] Source : stuffmiddleeast.com

3 ENJEUX POUR LA FILIÈRE



Figure 20 : le Nabaztag (développement Violet repris par Mindscape)⁴⁰.

La robotique de services compte également de nombreux passionnés. Amateurs souvent éclairés, ils participent également à sa diffusion. Au travers de sites internet ou de blogs de plus en plus consultés, ils mettent en avant la robotique au travers de conseils de montage ou de programmation de leurs propres robots mais également par des tests de robots distribués sur le marché. Les sites les plus connus sont robotblog (www.robotblog.fr) et Robotimpact (www.robotimpact.com). Ces sites et blogs ont pris une importance telle qu'un magazine de robotique à destination du grand public, directement issu du site Robotimpact, a été lancé en décembre 2009. Intitulé Planète robots et très largement distribué par les réseaux traditionnels de presse, c'est la première tentative de ce genre en France.

Enfin, l'engouement pour les concours de robotique est de plus en plus important. Depuis 2006, Les Trophées de la robotique, concours à destination des plus jeunes (8 à 18 ans) étend son périmètre d'action à l'Europe. Il en est de même pour la coupe de France qui comptabilisait 180 équipes participantes en 2009. Ce concours, devenu européen dès 2005, devient maintenant mondial.

Toutes ces pistes amènent donc à conclure que les Français, et plus généralement les Européens semblent enclins à accepter et à s'intéresser au nombre croissant de robots qui les entourent.

4. LE CONTEXTE INTERNATIONAL : QUELLE PLACE POUR LA ROBOTIQUE FRANCILIENNE À L'ÉCHELLE MONDIALE ?

Des conclusions de réflexion stratégique identiques au niveau mondial

À mi-2009, deux documents de réflexion stratégique sur la robotique, l'un européen⁴¹ et l'autre américain⁴², aboutissent à des analyses et des conclusions assez voisines :

1. Les robots connaissent un essor considérable et durable, dans tous les domaines : industriels, de services professionnels et grand public. Des tendances sociologiques et économiques lourdes appuient les prévisions :
 - le vieillissement de la population qui entraîne à long terme une réduction de la main d'œuvre disponible, et le développement des services d'assistance aux personnes âgées ;
 - les économies d'énergie et de matières premières dans l'industrie ;
 - le maintien de la compétitivité industrielle à travers des mutations telles que l'exigence de petites séries à la demande ;
 - le développement de la robotique domestique et personnelle.

Les marchés de la robotique sont à des stades très variés de maturité : la robotique industrielle n'est pas récente et les marchés sont identifiés et quantifiés. À l'opposé, de nombreux segments de la robotique de services professionnelle et domestique sont au stade de la R&D (humanoïdes), ou de marchés très récents (aspirateurs, tondeuses). La créativité applicative est intense, et les marchés futurs restent encore à développer.

2. Les enjeux sont mondialisés. Quatre grandes zones ou pays sont concurrents dans le développement des technologies appliquées à la robotique et sur le marché des robots : Japon, Corée, États-Unis et Europe. Corée et Japon sont considérés comme ayant vraiment intégré une dimension robotique dans leur culture : éducation, industrie, services, grand public, à la différence des États-Unis et de l'Europe. Ces quatre régions/pays sont les premiers concepteurs et fabricants de robots et les premiers marchés de la robotique toutes catégories.

3. Surtout, outre le marché des robots eux-mêmes, la maîtrise des technologies servant à les construire sont considérées comme stratégiques (navigation en 3D, perception, locomotion, capacité de manipulation [main robotisée], interface homme-robot, sécurité,...). Du côté

[40] Source : Syrobo.

[41] Source : *Strategic research agenda for robotics in Europ, SRA, juillet 2009*.

[42] Source : *A roadmap for US robotics, mai 2009*.

européen, comme du côté américain, les groupes de réflexion se préoccupent d'identifier les technologies de rupture et s'inquiètent de la capacité de leur zone à conduire les recherches et développements correspondants. Ils appellent à renforcer les moyens publics et privés consacrés à la recherche, notamment à renforcer les dispositifs de recherche collaborative.

Effort européen, politiques publiques japonaises et coréennes résolues, inquiétude américaine

En Europe, la réflexion sur la robotique était lancée en 2005 avec la première publication du *strategic research agenda for robotics in Europ*, financée par la Commission européenne à travers le projet CARE [Coordination Action for Robotics in Europ, 6^e PCRD], et revue en 2009.

Dans la même perspective, la Commission doublait en 2008 le montant des financements alloués aux projets de R&D en robotique à 400 millions d'euros pour la période 2007 - 2010.

Le portefeuille du volet Systèmes cognitifs, interaction et robotique des PCRD comprend une cinquantaine de projets spécifiquement robotique mobilisant des financements européens de près de 200 millions d'euros.

Au Japon, la R&D robotique s'est inscrite dans les programmes quinquennaux publics très volontaristes lancés à partir de 1995 en faveur de la recherche technologique qui ont contribué à la structuration de clusters associant entités académiques, centres de recherche et entreprises à partir de 2002. Globalement, le financement de la R&D est assuré à hauteur de 20 % par des fonds publics et 80 % par les entreprises. Le troisième plan cadre 2006-2010 est doté d'un financement public [tous secteurs] de 180 milliards d'euros.

En Corée, la politique publique est très volontariste en matière de robotique, particulièrement la robotique de services. Elle vise à généraliser la robotique domestique auprès des consommateurs. La Corée vise également les premiers rangs de la robotique dans le monde à l'horizon 2018. Depuis 2003, les financements publics en faveur de la R&D robotique sont conséquents. Ils atteindraient 500 millions d'euros environ sur la période 2010-2013. Des projets phares tels que deux parcs robotiques pourraient voir le jour durant cette période.

Aux États-Unis, l'avenir de la robotique américaine inquiète les professionnels, universitaires, industriels, et chercheurs. Ces derniers ont consigné leurs analyses dans le rapport « A roadmap for US robotics ». Pour eux, le financement américain de la R&D en robotique reste largement concentré dans

le domaine militaire et aérospatial. Dans le domaine civil, ils estiment que la position de la R&D américaine risque de s'effriter face à des concurrents internationaux aidés par des politiques publiques volontaristes, les premiers cités étant le Japon, la Corée et l'Europe. Ils appellent à une politique nationale de R&D en robotique.

5. LES LIMITES DE LA ROBOTIQUE : ASPECTS JURIDIQUES ET TECHNIQUES

En 1942, dans son livre *Cercle vicieux*, l'écrivain de science-fiction Isaac Asimov a écrit les trois règles auxquelles doivent obéir les robots qui apparaissent dans sa fiction. S'il est considéré qu'Asimov est le père de la « robot éthique », de nombreux groupes de travail scientifiques et techniques se sont mis en place afin de déterminer les limites de la robotique, éthiquement parlant.

On peut considérer que la première manifestation représentative du démarrage des travaux sur la robotique & éthique, le *First International Symposium on Roboethics* s'est tenue les 30 et 31 janvier 2004 à San Remo (Italie).

Puis, en juin 2006, le Réseau européen de recherche sur la robotique (EURON) a débuté des travaux sur un code d'utilisation des robots. Ce réseau est constitué de scientifiques qui pensent que la robotique posera rapidement les mêmes questions éthiques que des sujets sensibles tels que la physique nucléaire ou le génie biologique. À l'issue de la réflexion, 5 axes majeurs de réflexion ont été soulignés. Avant que des robots intelligents et avec une conscience puissent sortir de la chaîne de fabrication en limitant des dangers, il faudra au préalable avoir réglé les problèmes de sûreté, sécurité, vie privée, traçabilité et identification. Ceci afin que les humains puissent à tout instant contrôler et garder la trace des robots, en garantissant que les données recueillies ne sont utilisées que pour les buts voulus. Étonnamment, les membres du réseau EURON pensent également que les relations amoureuses dans un temps très court – de l'ordre de 5 ans – poseront également problème. Jusqu'à quel point pourront les robots influencer sur notre vie ? Enfin, les robots seront dotés d'un système d'auto-apprentissage de plus en plus poussés, ce qui pourrait entraîner l'impossibilité de prédire leur comportement⁴³.

[43] Source : The Sunday Times du 18 juin 2006 « No sex please, robot, just clean the floor ».

3 ENJEUX POUR LA FILIÈRE

Certains pays, comme la Corée du Sud, semblaient pourtant montrer des avancées significatives. Ainsi, dès mars 2007, la BBC News indiquait que le gouvernement sud-coréen avait annoncé qu'il émettrait dans l'année une charte sur l'éthique des robots, afin de fixer des normes pour les utilisateurs et des fabricants et serait basée sur les lois d'Asimov. Cette charte n'a finalement pas été approuvée par le gouvernement.

À cause de ce manque de réglementation, de nombreux projets sont mis en échec ou restent confinés dans les laboratoires pour problèmes éthiques et juridiques trop importants à surmonter. Dans le cas de robots autonomes agissant dans des lieux publics, qui serait responsable en cas d'accident ? Les véhicules autonomes, qui existent et sont déjà opérationnels, ne sont utilisés que sur des sites privés, comme au CEA, afin de prévenir les problèmes de sécurité.

En ce qui concerne les drones à utilisation civile, ils sont quelque soit leur taille classés dans la catégorie des avions et subissent de fait des contraintes réglementaires telles que la mise sur le marché, notamment en Europe, est très longue et nécessite de nombreuses procédures administratives. Actuellement, seuls les vols à vue pour les mini-drones échappent à cette réglementation. Pour le vol des autres drones ou pour les vols hors vue, les utilisateurs sont

tenus de demander une autorisation de vol aux autorités compétentes. Dans le cas d'un utilisateur et d'un drone bien connu des autorités, la procédure d'autorisation ne durera qu'une semaine. En revanche, si l'utilisateur et/ou le drone sont inconnus, la procédure pourra durer plus d'une année. L'utilisation des drones reste donc très limitée et contraignante, ce qui réduit leur utilité et empêche le développement du marché.

En attendant une législation spécifique à la robotique, les industriels veillent à sécuriser au maximum leurs robots afin d'éviter tout accident, qu'il soit physique ou psychologique. Mais dans le cas de produits très innovants, à fort contenu technologique, destinés à s'insérer dans la vie quotidienne, avec des interactions fortes avec les humains, la tâche semble immense pour des robots d'une certaine taille ou avec une intelligence artificielle très développée et capable de réaliser son auto-apprentissage.

Enfin, en ce qui concerne l'import/export de robots, aucune statistique ne peut être établie. En effet, il n'existe aucun code -douanier spécifique et clairement identifié « robot ». Les robots sont donc classés dans les catégories voisines leur correspondant au mieux. Ainsi Roomba, le robot-aspirateur sera classé dans les petits appareils d'électroménager et Pléo, le petit dinosaure, comme un jouet.

4 DIAGNOSTIC STRATÉGIQUE ET PROSPECTIVE DU SECTEUR

La question de la convergence avec le monde du jeu vidéo et de l'animation.

En 2009, dans la monographie dédiée à l'industrie de l'animation en Île-de-France tirée de l'étude plus globale Enjeux et Défis, la DRIRE Île-de-France soulignait déjà le rapprochement entre l'industrie du jeu vidéo et celle de l'animation. Plusieurs exemples montrent le rapprochement entre ces 3 industries. On peut notamment mentionner le rachat de la société Violet – créateur du Nabaztag⁴⁴ – par la société de jeux vidéo Mindscape, souligner le fait qu'Aldebaran Robotics emploie des salariés issus du jeu vidéo ou Voxler qui est clairement positionné sur les deux marchés. En effet, on peut extrapoler l'utilisation des robots comme étant un jeu vidéo grandeur nature en 3 dimensions.

En ce qui concerne la convergence avec l'industrie du cinéma d'animation, on peut citer l'exemple récent d'Anipev 1, projet de R&D collaborative mis en œuvre par les deux PME Neomis Animation et Beelight et 3 laboratoires franciliens : le CEA-List, Telecom Paris Tech et l'ISIR. Ce projet a pour objectif de concevoir une application logicielle qui permette

de paramétrer en amont de la chaîne de production les caractéristiques psychologiques et émotionnelles d'un personnage, puis en production de combiner les fonctions de planification de mouvements, de simulation physique temps réel, de synthèse de contrôleurs avec le modèle de comportement émotionnel. Cette application pourrait être développée pour les robots et permettrait ainsi de produire une gestuelle expressive dans l'ensemble des cas ordinaires de mouvement.

L'AR Drone de Parrot, commandé grâce à l'iPhone d'Apple permettra de créer des jeux en réalité augmentée. Un univers s'ouvre alors à l'utilisateur qui, en fonction des applications téléchargées, pourra participer à des courses endiablées dans son propre jardin ou combattre des aliens dissimulés dans son salon.

La structuration de la robotique personnelle et de services, de défense et sécurité

Ce segment de la robotique est un secteur en émergence qui comporte principalement des sociétés jeunes et nom-

Figure 21 : l'AR.Drone de Parrot⁴⁵.



[44] Le Nabaztag est un lapin communiquant dont les oreilles bougent. Cet objet est situé à mi-chemin entre le web des objets communicants et un robot à part entière.

[45] Source: ardrone.parrot.com

4 DIAGNOSTIC STRATÉGIQUE ET PROSPECTIVE DU SECTEUR

breuses sont celles qui ne sont pas encore rentables. Outre le fait qu'elles possèdent les problématiques communes à toutes les Jeunes Entreprises Innovantes, elles doivent également faire face à une concurrence internationale accrue. Pour apparaître comme un acteur important au niveau mondial, il est nécessaire que la filière robotique se concentre, se regroupe et se structure pour acquérir une taille critique. En ce qui concerne la concentration géographique, nous pouvons déjà constater que la majorité des entreprises non franciliennes disposent au moins d'un bureau à Paris ou envisagent d'en créer un à court ou moyen terme. Pour le regroupement des entreprises, il faut veiller à la bonne intégration des entreprises de la robotique de défense, sécurité comme les entreprises fabricant des drones ainsi qu'à l'intégration des entreprises apporteurs de technologies qui n'ont pas encore identifié les compétences qu'elles pouvaient apporter. Le pôle de compétitivité Cap Digital et le syndicat professionnel Syrobo semblent être une bonne opportunité pour que la capitale et la région francilienne renforcent leur image et leur attractivité et aident à la structuration de la filière.

Le poids de la France au niveau mondial

L'inexistence de la filière robotique industrielle en France peut présenter un risque pour l'émergence d'une filière de robotique de services qui puisse résister et faire concurrence aux géants asiatiques. Au niveau mondial, le Japon et la Corée du Sud affichent des politiques particulièrement volontaristes et favorables au développement de la robotique, pouvant pousser des entreprises françaises à se délocaliser.

Les compétences spécifiques des entreprises françaises

S'il est certain que le Japon et la Corée du Sud ont acquis une avance forte notamment dans les robots humanoïdes, la France peut compter sur deux avantages concurrentiels :

- De fortes compétences en TIC qui lui permettent de rendre ses robots utiles et intelligents. La France peut notamment s'appuyer sur ses compétences dans le domaine du numérique et des systèmes embarqués, représentés en Île-de-France par les deux pôles de compétitivité System@tic et Cap Digital.
- une compréhension des habitudes culturelles européennes, et donc la capacité à proposer des produits mieux adaptés aux mentalités européennes et à la plus faible acceptation de la robotique en Europe.

Les entreprises, pour se démarquer au niveau mondial doivent se baser sur ces deux avantages.

Le marché de la robotique : un marché au niveau mondial et en forte évolution.

Comme il a été vu dans cette étude, le marché français, et plus largement européen, n'est pas aussi propice que les marchés asiatiques. Les entreprises ne peuvent donc prospérer sur le marché local et doivent exporter. Enfin, le périmètre du marché de la robotique est en pleine évolution. Si le marché de la robotique industrielle est aujourd'hui mature, le marché de la robotique personnelle et de services est en pleine croissance. De nouveaux besoins émergent et les entreprises ont donc des opportunités de marchés grandissants. Parmi eux, on peut citer le vieillissement de la population qui va induire un besoin accru de main d'œuvre. Les pays qui auront une industrie robotique verront leur valeur ajoutée augmentée. De plus, de nombreux emplois seront créés, au contraire des autres pays qui seront dépendants de ces importations et verront l'automatisation dans leur pays s'accroître.

Avec ses perspectives de nouveaux marchés, de fortes créations d'activités et de profondes implications industrielles ou sociales, la robotique du XXI^e siècle revêt plusieurs aspects d'une révolution industrielle. En Île-de-France, plusieurs acteurs industriels et académiques contribuent à l'émergence d'un pôle d'excellence sur plusieurs thématiques clefs de la robotique. L'enjeu pour les pouvoirs publics est de favoriser leurs succès.

5

PROPOSITIONS D'ACTIONS DE LA DRIRE ÎLE-DE-FRANCE

5. UNE ACTION EN COURS : LE PLAN FILIÈRE DE CAP DIGITAL

Le Conseil Régional d'Île-de-France, la direction régionale du travail, de l'emploi et de la formation professionnelle (DRTEFP), la DRIRE et les fonds européens FEDER financent un plan d'actions porté par le pôle de compétitivité Cap Digital. Ce « plan filière » fixe cinq axes de travail pour soutenir l'ensemble de l'industrie francilienne des contenus numériques.

Coordonner la filière

L'ensemble des actions menées dans le cadre du plan filière seront coordonnées avec les partenaires du pôle représentant ses différents segments. Un effort de communication sera également engagé à destination des membres du pôle.

Développer un Think Tank : Think Digital

L'objectif est d'assurer une veille permanente sur les thématiques du pôle, et d'organiser des groupes de travail, pour pouvoir proposer des orientations aux travaux du pôle.

Aider les PME dans leur croissance

Ce troisième axe de travail vise à aider les PME à accéder aux outils de soutien et de développement (financements publics ayant une vocation industrielle, financements privés orientés investissement, marchés publics). Il s'agit également d'accompagner les PME pour les faire passer du projet de R&D au développement marketing et commercial.

Anticiper les besoins en compétences et formations

Ce volet aborde les problématiques en Ressources Humaines (RH) des projets collaboratifs labellisés par le pôle : contraintes liées aux différents business models mis en place, enjeux RH dans des relations collaboratives, identification des compétences clés nécessaires dans les projets.

Les travaux prévus s'intéresseront également à l'impact de la convergence numérique sur les métiers liés à la création, la production et aux usages.

Le volet formation sera abordé afin d'adapter notamment l'offre aux enjeux de compétences des projets de R&D.

Disposer d'un benchmark international actualisé et aider au développement international des entreprises

Dans cet axe de travail, l'objectif sera de mieux connaître la place de l'Île-de-France dans l'industrie mondiale des contenus numériques, de comparer l'attractivité de la région par rapport à ses concurrentes, et de connaître les dynamiques développées ailleurs dans le monde. Une action d'accompagnement à l'international des PME est également prévue.

2. PROPOSITIONS D'ACTIONS

Les visites effectuées auprès d'entreprises franciliennes du secteur ont permis de faire émerger des priorités d'actions. Ces actions seront d'autant plus efficaces qu'elles seront coordonnées avec celles des collectivités territoriales et des autres services et établissements de l'État : la Direction Régionale du Commerce Extérieure, les Directions du Travail, de l'Emploi et de la Formation Professionnelle, ainsi que Oséo.

Pour mettre en place ces actions de la façon la plus pertinente, les partenaires naturels de l'État sont les organismes professionnels du secteur comme le Symop, Syrobo ou le pôle de compétitivité Cap Digital.

Les actions mises en place en faveur du secteur de la robotique seront coordonnées avec le plan filière de Cap Digital (voir § précédent). Ce plan d'actions, cofinancé par l'État et la Région Île-de-France s'adresse de la façon large aux secteurs d'activités concernés par le pôle. Les propositions d'actions visant plus précisément la robotique pourront venir compléter ce plan filière.

→ Diagnostic :**Manque de visibilité et de structuration de la robotique personnelle et de services**

Ce secteur de la robotique est encore jeune et en pleine émergence, constitué majoritairement de Jeunes Entreprises Innovantes (JEI). En phase de démarrage, puis de développement, les PME franciliennes du secteur ont des difficultés à cibler les financements adaptés (emprunt, capitaux risqués, business angels, bourse...) ou à y accéder. Ce symptôme commun à de nombreux secteurs activités est encore plus marqué dans le secteur de la

5 PROPOSITIONS D'ACTIONS DE LA DRIRE ÎLE-DE-FRANCE

robotique car le retour sur investissement est très long, à cause du temps de développement et de l'état de maturité du marché. Par ailleurs, rares sont les fonds français spécialisés dans ce domaine.

Ces entreprises et leurs partenaires se réunissent autour d'une identité commune menée par le pôle de compétitivité Cap Digital et le syndicat professionnel Syrobo. Ces initiatives, nécessaires à la structuration du secteur, ne sont pour le moment pas suffisamment conséquentes pour souder la communauté et améliorer sa visibilité sur le plan mondial. La robotique touche de nombreux secteurs connexes et a besoin de recruter ses entreprises pour se développer.

→ Propositions :

Mettre en place des soutiens publics spécifiques à la filière robotique

À l'instar de l'appel à projets lancé en août 2009 par la DGCIS pour le Web 2.0, lancer une action visant uniquement des projets de robotique marquerait l'intention de l'État et des collectivités de s'engager dans le soutien à la filière.

Créer une manifestation d'envergure internationale pour la robotique de défense, sécurité, personnelle et de services. Soutenir le futur salon professionnel de la robotique personnelle et de services souhaité par Syrobo

La manifestation, un salon professionnel au rayonnement mondial, permettra d'augmenter la visibilité de la filière française. Le salon pourra comprendre une antenne afin d'aider les entreprises françaises à accéder au financement et aux solutions d'aides à l'export.

Structurer le secteur

De nombreuses entreprises pourraient apporter leurs technologies à la robotique. Ces entreprises n'ont souvent pas conscience que leurs technologies sont utiles dans ce domaine d'activité ou le considèrent comme un marché avec évolution favorable à trop long terme. Il faut donc les sensibiliser et les faire intégrer la communauté alimentée par Syrobo et Cap Robotique. Des actions massives de communication pourraient être mises en place pour leur faire prendre conscience des opportunités qu'offrent ces marchés. Les entreprises de la robotique de défense/sécurité seront également concernées. La communauté pourra alors acquérir une taille critique nécessaire pour être un acteur de poids dans une industrie mondialisée où le Japon et la Corée ont pris une confortable avance.

→ Diagnostic :

Faible marché local

Le marché français et plus largement européen n'est pas aussi mature que le marché asiatique. Actuellement, les entreprises françaises sont donc obligées d'exporter.

→ Propositions :

Meilleure information des entreprises

Il est nécessaire d'aider les entreprises à exporter, en premier lieu en les informant des dispositifs d'aides qui leurs sont proposés. Cette information pourra notamment être faite au travers de stands spécifiques tenus sur le salon professionnel de la robotique.

Soutenir la diffusion de la robotique auprès du grand public et des entreprises

L'étude engagée par le Symop présente un schéma d'actions qu'il serait intéressant de suivre pour développer le marché local, en commençant par renforcer le développement de l'implantation de la robotique industrielle dans toutes les industries.

ANNEXES

ANNEXE 1 : BIBLIOGRAPHIE

Merci aux entreprises franciliennes et aux acteurs du secteur, qui nous ont accueillis, nous ont fait part de leur vision du secteur et nous ont permis d'illustrer cette étude.

Études de référence

- World Robotics 2009 – Industrial Robots (IFR International Federation of Robotics, septembre 2009).
- World Robotics 2009 – Service Robots (IFR International Federation of Robotics, septembre 2009).
- Strategic research agenda for robotics in Europ (SRA, juillet 2009).
- A roadmap for US robotics (mai 2009).
- Le siècle des robots (*Science&Vie*, Hors Série n° 247 – juin 2009)

Presse généraliste

- *Les Échos et Enjeux-Les Échos*
- *L'usine Nouvelle*
- *Industrie et Technologie*

ANNEXE 2 : LISTE DES TABLEAUX ET DES GRAPHIQUES

Figure 1 : I-cub, le robot humanoïde européen	p. 227
Figure 2 : L'écrivain de Pierre Jacquet-Droz	p. 228
Figure 3 : Aibo, le robot chien de Sony	p. 229
Figure 4: Nao, son petit frère français, bientôt commercialisé auprès du grand public	p. 229
Figure 5: Le SPERWER, drone TACTIQUE de Sagem	p. 231
Figure 6 : Asimo, le robot de services de Honda	p. 232
Figure 7 : répartition du parc de robots par continent	p. 233
Figure 8 : ventes 2008	p. 234
Figure 9 : ventes 2008	p. 234
Figure 10 : densité robotique industrielle par pays	p. 235
Figure 11 : principaux constructeurs mondiaux de robots industriels	p. 236
Figure 12 : Pleo, le petit dinosaure	p. 237
Figure 13 : le drone ELSA	p. 239
Figure 14 : Nao, le robot humanoïde d'Aldebaran	p. 241
Figure 15 : Gastrobot EcoBot II, le robot dévoreur de mouches	p. 245
Figure 16 : Le ReWalk, exosquelette de la société irsaélienne Argo Medical Technologies	p. 249
Figure 17 : Le robot Kaspar	p. 250
Figure 18 : I-Robi	p. 251
Figure 19 : le robot-phoque Paro	p. 251
Figure 20 : Le Nabaztag (développement Violet repris par Mindscape)	p. 252
Figure 21 : L'AR.Drone de Parrot	p. 255

N° ISBN : 978-2-11-099387-8. Dépôt légal : juin 2010.

Crédits photos : Gobelins (visuels Oktadi-animation) / Drire Ile-de-France

Édité en atelier imprim'vert sur du papier respectueux de l'environnement



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

CHANTAL ADAMSKI CHRISTINE BALIAN ALEXANDRE BARBERO GISELE BLANCHARD HOANG
BUI SANDIE CHAMBARET ELISE CHARLIER SYLVIE CHATY FLORENCE CHEREAU ELODIE
CONAN SOPHIE DEHAYES SEBASTIEN DELHOMMELLE BERNARD DOROSZCUK SYLVAIN
DROUIN ANNE-LAURE FAUQUET MARIE-CHRISTINE FOESSEL FREDERIQUE FRETARD REMI
GALIN ERIC GIUDICI ETIENNE KALALO DANIEL HELLEBOID CAROLINE HENRY LAURE
LATRILLE CATHERINE LANDOYS ISABELLE LE DREAN EUGENIE LE QUERE CHRISTINE LHOMME
SAMUEL LOISON IMED MAJDI YOHANN MARBRIER YVES MARIE MARIE MASFAYON RONAN MEAR
JEAN-FRANCOIS MORAS EMMANUEL MOREAU MARIELLE MUGUERRA PHILIPPE NADAL
NATHALIE NOEL ANNE-MARIE POINSOT EMILIE RACHENNE FRANCOIS-XAVIER ROCHE
JOCELYNE SATGE NELLY SCHMIDT YVES SCHOEFFNER ERWAN TROMEUR JEREMY TRAMECON
DOMINIQUE RIVAL ALMAÏDE RODARY JAN RUGE-SAWICKI AGNES SCIPION CELINE VILLE

En juillet 2010, l'équipe Développement industriel de la DRIRE rejoint la DIRECCTE Ile-de-France, Direction Régionale des Entreprises, de la Concurrence, de la Consommation, du Travail et de l'Emploi.

www.ile-de-france.drire.gouv.fr