

LOISIRS
& CULTURE

Énergie,
MOBILITÉ,
NUMÉRIQUE

ENVIRONNEMENT, Habitat,
Santé et bien-être, SÉCURITÉ

Alimentation

➤ Correspond à
une technologie clé 2015

MOTS CLÉS

Charge utile, drones, robotique,
capteurs, intelligence artificielle,
raisonnement, driverless,
autonomie, aide à la décision,
internet des objets, données,
data, vision, perception,
apprentissage, réseaux, essaim...



Définition et périmètre

Initialement un des 34 plans pour la Nouvelle France Industrielle de 2013, la robotique est intégrée à l'Industrie du futur et est considérée comme une technologie à fort enjeu pour les objets intelligents, qui figurent parmi les 9 nouvelles Solutions Industrielles françaises¹.

On peut définir un robot comme un dispositif mécanique et électronique ayant la capacité de traiter de manière autonome de l'information pour effectuer une action appropriée. Le terme d'*autonomie* renvoie alors à une autonomie de décision, d'action, de mouvement ou énergétique.

L'autonomie constitue l'un des enjeux majeurs pour la robotique et correspond à une grande part des activités du domaine. Elle s'adresse à des engins terrestres, aériens, marins, sous-marins et évoluant dans des environnements naturels (intérieurs et extérieurs) ou en regard de situations variables (industrie). Elle concerne également les systèmes destinés aux environnements de la vie quotidienne. La France compte un grand nombre d'acteurs industriels qui sont des offreurs de technologies dans ce cadre et les domaines d'applications se déploient dans tous les champs de l'activité humaine.

La robotique autonome, qu'elle soit terrestre, aérienne ou navale, consiste en des systèmes ou sous-systèmes intelligents – intégrant des **moyens de perception, d'interaction** et des programmes applicatifs opérés dans un **système d'exploitation robotique** (*Robot Operating System*) – offrant une capacité de **modélisation, d'analyse, de planification, de prise de décision** et d'**action** dans la réalisation d'une tâche. Le principe même d'un système autonome est d'être en mesure de traiter une situation non prévue dans son plan initial, nécessitant une capacité d'adaptation à son environnement ou à la situation de travail.

Les systèmes robotiques, considérés jusqu'il y a peu comme des objets techniques à la disposition des ingénieurs, sont aujourd'hui pensés autour de leur usage. Le système robotique tend à devenir de plus en plus « apprenant » et nécessite de moins en moins d'être programmé, tirant partie des avancées sur la perception de l'environnement, sur le recueil et l'analyse des

données. Ces capacités d'apprentissage rendent possibles une représentation de l'environnement ou de la situation rencontrée à différents niveaux sémantiques par l'expérience acquise ou l'enseignement.

■ Alimentation

L'industrie agroalimentaire est un champ de développement pour la robotique. L'automatisation des procédés de transformation des aliments est un enjeu économique important pour les industriels du secteur, notamment pour des raisons de compétitivité en termes de prix. L'autonomie d'action du robot doit permettre alors d'appréhender des situations rendues variées par la diversité de forme ou de masse des matières premières manipulées. Notons que le déploiement de robots dans les chaînes peut se heurter à de véritables verrous techniques liés à l'hygiène ou à la conservation de la chaîne du froid.

■ Environnement

D'un petit robot mobile à un grand drone aérien, les applications pour l'environnement sont variées : robots indoor pour le monitoring et la purification de l'air intérieur (Diya One du français Partnering Robotics), ou à l'image de la startup montpelliéraine Cy-léone qui conçoit des systèmes aériens plus ou moins autonomes pour l'étude des sols, la cartographie et l'observation environnementale. À titre d'exemple, l'entreprise française Xamen a dévoilé en avril 2015 un drone de surveillance, certifié ATEX (atmosphère explosive), pour l'inspection de sites et d'installations industrielles, notamment les sites SEVESO. D'autres entreprises françaises, comme RedBird, Delair-Tech ou encore VisioDrones sont également à citer. Enfin, des applications autour de la prévention des risques environnementaux comme la surveillance d'un départ d'incendie et de son évolution dans une forêt sont également porteuses.

L'agriculture est un segment fortement réceptif aux nouveaux usages de robots autonomes, particulièrement en France où le secteur reste une source de croissance économique avérée. Aujourd'hui l'essentiel du marché est constitué par les robots de traite des vaches. Mais l'introduction des drones (aériens et terrestres) ouvre la voie à l'**agriculture de précision et durable** et à ses nombreux usages comme le diagnostic de la santé des récoltes et des besoins des parcelles agricoles, ou encore la détection de maturité d'une récolte. La clé de réussite des systèmes autonomes

¹ – Industrie du futur, réunir la Nouvelle France Industrielle, MINEFI, 18 Mai 2015.

dans l'agriculture est leur capacité à **aider à la décision** d'un exploitant dans la gestion raisonnée de ses cultures. Les robots d'entretien des cultures et d'assistance aux récoltes devraient également se développer de façon importante.

L'autonomisation de ces systèmes, aujourd'hui téléopérés, constituera une forte valeur ajoutée pour les utilisateurs et devrait fortement se développer dans les années à venir (cf. enjeux réglementaires « voir et éviter »).



■ Habitat

Ces robots répondent pour l'instant, en général, à des fonctions simples et très spécialisées. Les robots aspirateurs constituent aujourd'hui l'essentiel du marché. Cependant, LG a développé un robot aspirateur intégrant une caméra, permettant la reconnaissance des personnes et ouvrant la voie à des robots plus polyvalents.

Au-delà de ces fonctions simples, de nouveaux concepts arrivent sur le marché, portés par des acteurs comme Bluefrog Robotics ou Awabot : les robots sont ouverts à de nouvelles applications et sont entièrement programmables. Chez Bluefrog par exemple, le robot Buddy est piloté par un système d'exploitation ouvert, permettant d'en rendre les usages évolutifs selon un modèle de plateforme de services popularisé par les environnements iOS ou Android.

■ Santé et bien-être

Les premiers développements phares autour des robots autonomes, essentiellement au Japon, ont été les robots humanoïdes. À l'image de Nao, le robot humanoïde d'Aldebaran conçu en France, ces robots ont vocation à pouvoir communiquer avec les humains et à les accompagner au quotidien. Les usages évoluent et les robots commencent en 2015 à assister les personnes au quotidien, les aider dans leur déplacement (fauteuil roulant automatisé), les surveiller, les aider dans la posologie et la prise des traitements (table médicalisée autonome), etc. en prenant des formes semi-humoïdes ou non humanoïdes.

■ Sécurité

Ici sont principalement fléchées les applications de sécurité et de défense (Nexter Robotics, ECA, etc.). Beaucoup étant encore téléopérés, les drones sont de plus en plus utilisés pour des missions de surveillance militaire et d'exploration. Cependant, dès lors que la réglementation le permet, certaines parties des missions sont automatisées.

Des robots professionnels et civils font leur apparition sur plusieurs marchés, à l'image du français EOS Innovation qui conçoit des robots gardiens pour la surveillance de sites ou d'entrepôts. Enfin les robots peuvent également être déployés sur des sites sinistrés en cas de catastrophes pour des missions de sauvetage.

■ Mobilité

Le secteur de l'automobile s'ouvre à de nombreuses innovations technologiques grâce notamment aux systèmes avancés d'aide à la conduite (ou ADAS – Advanced Driver Assistance Systems) : aide au stationnement (Valeo), stationnement robotisé (Stanley Robotics), changement de voie automatique (Valeo), etc. Ces systèmes sont aujourd'hui de plus en plus de série sur les véhicules et sont, à l'aube du véhicule autonome, une première amorce de l'intelligence et de l'autonomisation. Outre les transports, le domaine de la logistique est également propice à l'innovation, grâce aux nouveaux usages des robots et drones. Des entreprises françaises comme BA Systèmes, Stanley Robotics ou Balyo sont en pointe dans ce domaine. Des entreprises comme Amazon et DHL sont des prescripteurs importants au niveau mondial et innovent dans les usages comme le montre le projet futuriste de livraison de colis par drones, ou l'inventaire et l'approvisionnement robotisés (Kiva Systems, Balyo, etc.).

■ Numérique

Un robot autonome est considéré comme une machine intelligente capable de percevoir et de communiquer avec son environnement. On peut alors envisager un réseau de robots ou de drones en équipe ou essaim, capables de se relayer des informations et de les diffuser. La dimension multi-robots est essentielle pour de nombreux domaines comme la logistique, la surveillance ou la prospection (exemple : CGG/Total).

La coopération entre des robots constitue un enjeu important pour couvrir les besoins liés à des opérations complexes nécessitant le déploiement de moyens

complémentaires en nombre important. La mise en œuvre de tels systèmes suppose un haut niveau d'autonomie de chacun des agents et au-delà l'utilisation d'environnements de programmation, de planification et de supervision des missions appropriés à la maîtrise de la complexité des missions à accomplir.

■ Loisirs & culture

Ce marché est notamment caractérisé par le succès des drones aériens grand public. Parrot est une entreprise française qui connaît un succès mondial en commercialisant des drones de loisir à destination du grand public. Il est possible de les contrôler via un *smartphone* ou une tablette et de voir ce que le drone perçoit à l'aide d'une caméra embarquée. Les applications autour de la prise de vue, photographique ou vidéo, à la fois dans le cadre domestique et professionnel (télévision, tournage vidéo/film, documentaires) à des fins commerciales sont aujourd'hui fortement répandues et matures.

■ Industrie

La robotique industrielle de manipulation tend également à être de plus en plus autonome, notamment pour la réalisation de tâches pénibles répétitives et de bas niveau. Elle nécessite l'intégration de capteurs et de la capacité de raisonnement pour l'adaptation à la variabilité des tâches.

Pourquoi cette technologie est-elle clé ?

La robotique autonome, au même titre que la cobotique, est au cœur du développement de l'Industrie

4.0, sujet majeur de l'évolution à court et moyen terme de l'industrie française en général et de l'industrie des transports et de la mécanique en particulier, et axe transversal de la politique de la Nouvelle France Industrielle. Elle est la clé de gains de compétitivité permettant éventuellement le renouveau de l'industrie et limitant les délocalisations.

L'introduction de la robotique autonome dans les produits et services est un facteur de développement commercial : robotisation de la conduite ou des déplacements, drones pour l'observation environnementale, robotisation des systèmes d'assistance (conjointement avec la cobotique) aux personnes, etc.

Doter les systèmes d'intelligence, de haute capacité de perception et d'interaction s'avère essentiel. Cette intelligence permettra, dans le cadre professionnel, d'assister et de remplacer l'homme dans des missions pénibles ou dangereuses pour, *in fine*, replacer l'homme au cœur d'une expertise métier, et de faciliter son quotidien dans le cadre domestique.

La France tient une position avancée dans la maîtrise technologique de ces compétences clés

- Une recherche nationale de très haut niveau ;
- Une position de leader technologique sur les drones civils.

Enfin, la robotique autonome doit également contribuer à relever un certain nombre de grands défis sociétaux : mobilité, aide aux personnes dépendantes, sécurité, protection de l'environnement...

Liens avec d'autres technologies clés

Les technologies clés qui influencent la robotique autonome sont :

1	Matériaux avancés et actifs
2	Capteurs
3	Valorisation et intelligence des données massives
4	Modélisation, simulation et ingénierie numérique
5	Internet des objets
6	Infrastructures de 5ème génération
7	Systèmes embarqués et distribués, sécurisés et sûrs

Les technologies influencées par la robotique autonome sont :

2	Capteurs
3	Valorisation et intelligence des données massives
4	Modélisation, simulation et ingénierie numérique
5	Internet des objets
6	Infrastructures de 5ème génération
9	Fabrication additive
10	Cobotique et humain augmenté

Les technologies clés qui influencent la robotique autonome sont :

9	Fabrication additive
10	Cobotique et humain augmenté
11	Intelligence artificielle
13	Communication Sécurisée
14	Technologies immersives
19	Analyse comportementale
20	Nouvelles intégrations matériel-logiciel
34	Authentification forte
46	Nanoélectronique
47	Technologies de conception de contenus et d'expériences

Les technologies influencées par la robotique autonome sont :

11	Intelligence artificielle
13	Communication Sécurisée
14	Technologies immersives
19	Analyse comportementale
20	Nouvelles intégrations matériel-logiciel
35	Gestion intelligente de l'eau
36	Technologies de diagnostic rapide (eau, air et sol)
45	Technologies pour la propulsion
46	Nanoélectronique
47	Technologies de conception de contenus et d'expériences

Les marchés

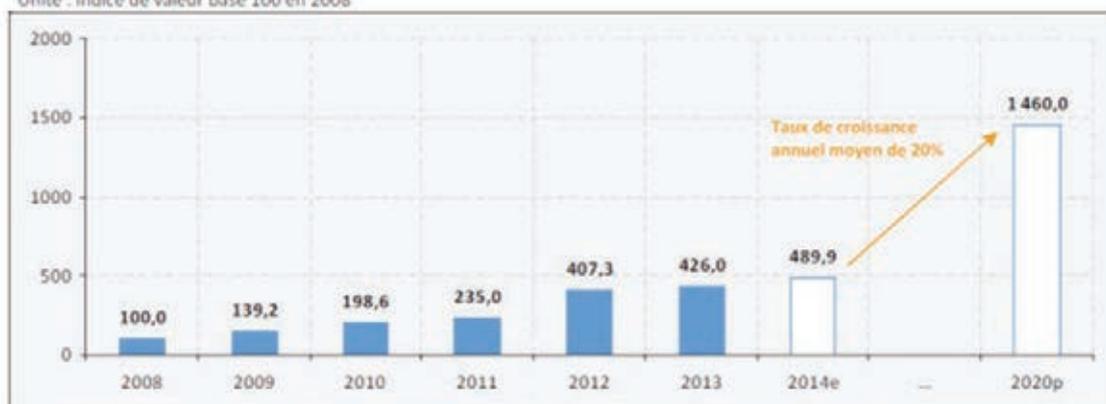
Le marché des robots autonomes est assez délicat à aborder du fait de sa forte segmentation et de son hétérogénéité. En effet, il faut savoir différencier le marché des robots et des technologies/compétences qui rendent ces robots/systèmes autonomes.

■ Robotique de service

De 2008 à 2014, le taux de croissance annuel moyen de la robotique de service a été de 29,4 % et pourrait tripler d'ici à 2020¹.

Le chiffre d'affaires des entreprises françaises spécialisées dans la robotique de service (*)

Unité : indice de valeur base 100 en 2008



(*) Y compris drones aériens et entreprises de distribution spécialisées dans la robotique, hors *technoproviders*
 Traitement, estimation et prévision Xerfi / Source : Xerfi d'après Greffes des Tribunaux de Commerce

Au niveau mondial, le parc de robots de services est estimé à 18 millions d'unités à horizon 2020 et atteindrait 20 Md\$, soit un taux de croissance annuel moyen de 21 % à partir de 2014. Les projections à moyen terme sur les différents segments sont aujourd'hui peu

fiables, notamment quant aux échéances de développement des marchés. Les paragraphes qui suivent donnent cependant quelques éclairages.

■ Robotique de service professionnelle

Les ventes mondiales de robots professionnels se sont élevées à 21 000 unités en 2013 (+4 % par rapport à 2012) et représentent 3,6 Md\$. Les ventes se sont fortement dynamisées ces dernières années : 63 500 unités ont été vendues entre 1995 et 2007 et plus de

2 – Xerfi « La robotique en France », Mars 2015.

3 – Analyse Grand View Research « Global Service Robotics Market by Application », 2014.

100 000 entre 2008 et 2013. 45 % de ces ventes sont pour des applications militaires et de défense dont 8 500 drones volants téléopérés (-12 % par rapport à 2012), 700 robots/drones terrestres (+80 % par rapport à 2012). 300 autres robots ont été vendus pour la surveillance aérienne, robots démineurs et robots de sauvetage. La valeur globale des ventes mondiale des robots militaires est de 800 M\$.

Les **robots agricoles** quant à eux montrent un fort potentiel marché. 5 100 robots de traite ont été vendus en 2013 (+6 % par rapport à 2013) et 760 robots pour la gestion de parcelle et de bétail (+46 % par rapport à 2013). Ils représentent au total 28 % des ventes unitaires de robots de service et leur valeur totale s'élève à 883 M\$.

Les ventes de **robots médicaux** ont quant à elle chuté de 2 % et atteignent 1 300 unités dont 1 000 robots d'assistance au chirurgien. La valeur de vente a cependant augmenté et atteint en 1,45 Md\$ en 2013. Les 300 robots restants sont essentiellement des petites tables médicalisées mobiles et autonomes.

Enfin, les ventes de **robots logistiques** ont fortement augmenté de 37 % en 2013 et atteignent 1 900 unités, 1 300 unités pour la logistique industrielle et 450 à 600 unités pour la logistique (+32 %). Cette tendance se confirme et fait de la logistique un des marchés les plus porteurs à terme pour la robotique. Le BTP est un secteur dans lequel les applications émergent, avec des ventes recensées qui ont dépassé les 600 unités en 2013 ;

Le nettoyage, l'inspection et la sécurité sont ensuite les segments porteurs de la robotique de service.

■ Robotique de service personnelle

Près de 4 millions de robots personnels se sont vendus en 2013, en hausse de 28 % par rapport à 2012 et élève la valeur des ventes à 1,7 Mds \$. Les deux grandes familles d'usages prédominantes sont les **robots domestiques**, allant des robots ménagers : aspirateur, nettoyage, tondeuse à gazon, au **divertissement** et au **multimédia**. Le marché des robots domestiques **d'assistance à la personne** est en pleine effervescence avec une hausse de 345 % en 2013, soit 700 unités vendues.

■ Drones

En France, le marché des drones civils, qui représente près de 3 000 emplois, regroupe 1 300 PME et ETI,

dont 45 fabricants et plus de 1 200 opérateurs, et a généré en 2013 un chiffre d'affaires évalué entre 50 et 100 M€⁴ dont 90 % est constitué de prestations de prise de vue aérienne. Le marché mondial, selon le cabinet américain Teal Group, est évalué à 6,4 milliards d'euros, également fortement basé sur la prise de vue. Il devrait passer à 12 milliards de dollars d'ici à 2025.

Les défis technologiques à relever

Le concept d'autonomie de déplacement implique la capacité de déployer des systèmes robotiques dans des environnements naturels en s'appuyant sur des moyens de planification de missions fondés sur des connaissances a priori ou acquises. Ces moyens enchaînent dynamiquement, à partir d'un système de supervision, les commandes dites « orientées tâche » pour permettre l'adaptation du comportement aux variations de l'environnement en s'appuyant sur des informations extraites de capteurs.

Il faut pour cela disposer d'environnements logiciels pour la génération de plans et la supervision de leur exécution. Ces environnements autorisent notamment la planification de trajectoires optimales sur la base de divers critères et vis-à-vis des caractéristiques des systèmes.

Ces plans d'action peuvent ensuite être réalisés par des commandes orientées par les tâches, conditionnées par des contraintes intrinsèques au système, et par celles de l'environnement. Ces commandes présentent des formes génériques exploitant différentes techniques de commande comme la commande référencée capteur, voire multi-capteurs, sous des formes adaptatives et prédictives pour tenir compte des contraintes.

Ainsi, un système robotique intègre un ensemble de capteurs dont les données capturées sont traitées à bord par des calculateurs embarqués pour élaborer une représentation de son état, de l'environnement, ainsi que pour la mise en œuvre d'algorithmes de commande référencée capteur, ou pour évaluer l'avancement dans la tâche et déterminer les actions à réaliser pour progresser dans la mission.

4 – Colloque International « Présent et futur des drones civils », Novembre 2014 DGAC.

Les aspects d'autonomie décisionnelle sont d'une importance majeure pour le déploiement de ces systèmes dans des missions complexes. Les interactions naturelles avec ces systèmes et d'une manière générale la coopération de l'homme et de la machine sont également des dimensions essentielles, quoique moins prégnantes que pour celles de la cobotique. Certaines sources parlent – abusivement en 2015 – de « capacités de raisonnement » des robots. Ce verrou est en lien fort avec la technologie clé Intelligence artificielle. Le récent challenge DARPA est un exemple qui situe les limites actuelles dans l'autonomie des robots

L'actuation soulève également deux défis techniques que sont la préhension d'une part (capacité à manipuler des objets variés), l'autonomie énergétique d'autre part.

La question de l'interopérabilité constitue également un défi à mi-chemin de la technique, du normatif et du déploiement commercial. La question du système d'exploitation robotique, adapté au champ d'application, est clé pour le déploiement massif des dispositifs.

Enfin, la question générale de l'intégration des robots est centrale dans le développement de ces marchés. Alors que de nombreuses applications émergent et laissent place à l'automatisation, il faudra être capable de déployer ces systèmes dans différents types d'environnement tout en ayant la garantie du bon fonctionnement du système (sûreté et sécurité) : intégration dans un environnement froid (agroalimentaire par exemple), à fort rayonnement, etc.

En définitive, la clé de la réussite d'un point de vue technologique réside dans l'expertise et la maîtrise des **compétences métiers** du secteur d'application, et dans une parfaite interopérabilité du robot avec les éléments de son environnement (dont le système d'information). L'acquisition des données à l'aide de **capteurs (thermiques, caméras, optiques, etc.) actifs ou passifs** et leur modélisation/exploitation grâce à une combinaison **d'algorithmes apprenants et d'intelligence artificielle (réseaux de neurones, Deep Learning)** conduira le robot à mener un panel d'**actions** qu'il aura lui-même décidé et à corriger son action en cas d'aléa. Les technologies embarquées à développer sont alors : algorithmes de planification, modélisation 3D de l'environnement, localisation par fusion des mesures de capteurs actifs ou passifs, détection, reconnaissance ou encore tracking de cibles.

Les défis commerciaux et d'usage à relever

Le secteur est aujourd'hui en pleine expansion. Au cœur de ce dynamisme figurent les GAFA (Google, Apple, Facebook et Amazon). Ces quatre géants du high-tech (au sens large du terme) sont depuis les années 2010 très actifs dans l'acquisition de startups et PME spécialisées dans ou plusieurs compétences clés de la robotique. L'acquisition en 2012 de Kiva Systems – fabricant de robots logistiques totalement autonomes – par Amazon pour 775 M\$ ou encore Google qui, fin 2013, rachète en l'espace d'une semaine 8 sociétés de robotique (Boston Dynamics (Alphabet), Schaft Inc., Industrial Perception, Redwood Robotics, Meka Robotics, Holomni, Bot & Dolly, Autofuss et Deep Mind Technologies) en sont les exemples les plus significatifs.

L'arrivée de solutions intelligentes pousse à changer les habitudes et à revoir complètement, voire recréer, de nouveaux modèles économiques, ce qui s'avère être une tâche à la fois complexe et hétérogène suivant les secteurs et les technologies. Un défi commercial ou économique majeur aujourd'hui pour que l'industrie française tire vraiment parti de la robotique est de débloquent sa capacité à investir dans la robotique en sécurisant son investissement par un avis d'expert sur les retombées de la robotisation et un accompagnement dans la gestion sociale du changement.

Le secteur automobile s'appuie pour sa part sur l'intégration des ADAS dans les véhicules.

En revanche, les modèles économiques du secteur de la santé sont plus complexes à aborder de par les nombreux mécanismes et canaux de prises en charge d'une partie ou de la totalité d'un traitement ou d'un dispositif, particulièrement lorsque ces derniers ont un coût élevé. Cela génère des incertitudes sur les modèles économiques à mettre en place.

Les enjeux réglementaires

Le premier enjeu est juridique pour le déploiement de la robotique autonome. Il concerne la sécurité des personnes, ce qui conduit aujourd'hui des robots industriels haute cadence à opérer dans des cages de sécurité. Cette sécurité physique n'est plus possible dès lors que le robot évolue dans un environnement ouvert : c'est le cas pour des robots de logistique ou des véhicules autonomes. Se posent alors deux questions pour répondre à ces enjeux :

■ Comment qualifier le niveau de sécurité, dans le cadre normatif, pour l'évolution de ces robots ? Des normes existent ou sont en cours d'élaboration : ISO 10-218 pour les robots industriels, ISO 13482 pour les robots d'assistance personnelle, IEC/NP 80601 pour les robots médicaux... ;

■ Comment gérer les questions de responsabilité, d'un point de vue légal et assurantiel ?

Dans un autre cadre, la France a été pionnière dans la mise en place d'une réglementation avancée pour l'opération de drones civils. 4 scénarii d'usage ont été définis dans l'arrêté du 12 avril 2012, dont les évolutions

s'appuieront sur les remontées d'information des fabricants et opérateurs de drones à la DGAC.

Le « Sense and Avoid » (Voir et Éviter) quant à lui constitue également un enjeu réglementaire. À terme, la réglementation exigera de tous les systèmes robotiques aériens d'être dotés d'un système *Sense and Avoid* certifié pour pouvoir évoluer.

L'Europe, avec le groupe de travail du Parlement Européen sur la législation sur la robotique, et la France, avec le groupe de travail juridique du Comité Robotique (qui devra se coordonner avec les travaux européens), s'attaquent à ces questions pour faciliter le développement des marchés.

Analyse AFOM

ATOUTS

Recherche forte sur les compétences clés de la robotique, notamment dans le numérique

Dispositifs de soutien aux startups

FAIBLESSES

Acceptation de la société pour la robotisation de l'industrie

Faible tissu industriel en robotique de production, socle historique du développement du secteur

Marché national insuffisant pour porter le développement d'une offre commerciale

OPPORTUNITÉS

Réglementation favorise le développement de la filière, notamment pour les drones (existant)

Mouvement vers l'Industrie 4.0 et les besoins qui y sont liés, soutenu par le programme Industrie du futur de la Nouvelle France Industrielle

MENACES

Forces de la concurrence asiatique

Secteur en pleine révolution

Importance des investissements aux États-Unis sur la robotique

Facteurs clés de succès et recommandations

■ Structuration et soutien de la filière

La robotique n'est pas une technologie en tant que telle. Il s'agit d'une combinaison de plusieurs technologies/compétences clés au secteur. En France, la filière est au meilleur niveau mondial au niveau de la recherche académique et dispose de PME technologiques très innovantes, mais souffre d'un retard en robotique industrielle face

à d'autres pays comme l'Allemagne, les États-Unis ou encore le Japon et la Chine, et **nécessite donc d'être soutenue au niveau national**. Les efforts de promotion de la robotisation de la production se heurtent encore au problème général de la faiblesse des investissements industriels, notamment dans les PME, et à une certaine réticence des organisations de salariés.

Néanmoins, le plan Robotique de la Nouvelle France Industrielle, inclus désormais dans l'Industrie du futur et la Solution Objets Intelligents, devrait permettre un développement important de la filière grâce notamment aux mesures de financement des entreprises (Fonds Robolution Capital, PIA ...), de soutien à la R&D (PIA, FUI, Eureka, ANR, Rapid...), d'aide à la robotisation (StartPME, prêts, mesures fiscales...), de développement et de stimulation de l'innovation par les concours, les plateformes et les challenges, etc.⁵

■ Formation

Il n'existe à ce jour que très peu de formations qui ouvrent la voie à un diplôme de robotique, bien que l'Onisep recense 38 formations en lien avec la robotique et ses disciplines : automatique, mécatronique, systèmes numériques et intelligents, intelligence artificielle, seulement 8 de ces formations sont fléchées robotique.

Inclure la (spécialité) robotique dans le cursus de formation initiale et de spécialité à

différents niveaux universitaires et dans les écoles de manière à intégrer les aspects transdisciplinaires du secteur permettra de renforcer la visibilité de notre formation et de notre expertise au niveau international. Cette tendance est déjà très largement amorcée, même si elle n'est pas toujours identifiée comme telle.

Il est également essentiel d'encourager le **développement de ressources pédagogiques en robotique pour la formation continue**, à l'image de l'Université Numérique Ingénierie et Technologique, qui a développé une thématique robotique dans ses approches pédagogiques et présentations.

La robotique pourrait également **être introduite encore plus en amont dans le cursus scolaire, par exemple au niveau collège** dans les cours de technologie sous forme de kit d'introduction. Au niveau lycée, des **plateformes mutualisées pour les travaux pratiques** existent déjà et leur développement devrait être fortement encouragé.

Acteurs clés

Entreprises	Akeo+, Aldebaran Robotics, Awabot, Be Spoon, Bluefrog Robotics, Cybernetix, E.ZICOM, EOS Innovation, Infotron, Medtech, Parrot, Partnering Robotics, Percipio Robotics, RedBird, Siléane, Stanley Robotics, Sunbirds, Xamen...
IRT, ITE, IHU	IRT Jules Verne, IRT Saint-Exupéry, SystemX...
Instituts Carnot	CEA LETI, CEA LIST, INRIA, IRSTEA, I@L, LAAS CNRS, M.I.N.E.S., ONERA, TSN...
Autres centres de recherches	BioMécanique et BioIngénierie (BMBI) – UTC, CRISTAL, CAOR/Mines ParisTech, IRCCyN, ISIR, Laboratoire HEUDIASYSC – UTC, LIRMM...
Pôles de compétitivité	Aerospace Valley, CapDigital, EMC2, Imaginove, IDforCAR, I-Trans, LUTB, Minalogic, Mov'eo, Novalog, Picom, Systematic, Véhicule du futur...
Autres (clusters, associations, fédération professionnelles, réseaux d'entreprises)	Aetos, CITC EuraRFID, Coboteam, FPDC, GdR Robotique, Robotics Place, SYMOP, SYROBO...

Position des acteurs français

Position des entreprises françaises dans la compétition mondiale	
En position de leadership	
Dans la moyenne	●
En retard	

Position des acteurs académiques français dans la compétition mondiale	
En position de leadership	
Dans la moyenne	●
En retard	

5 – <http://proxy-pubminefi.diffusion.finances.gouv.fr/pub/document/18/17721.pdf#page=7>