



TRÉSOR
DIRECTION GÉNÉRALE

Étude comparative internationale

#Benchmarkinternational

Stratégies nationales en matière d'intelligence artificielle

Contributions des services économiques des pays suivants :

Allemagne, Chine, Corée, États-Unis, Japon, Royaume-Uni,
Suède, Suisse

Une analyse comparée réalisée

*à la demande de la secrétaire d'État auprès du ministre de l'Économie et des Finances,
chargée du Numérique et de l'Innovation*

Février 2017



La direction générale du Trésor (DG Trésor) s'efforce de diffuser des informations exactes et à jour, et corrigera, dans la mesure du possible, les erreurs qui lui seront signalées. Toutefois, elle ne peut en aucun cas être tenue responsable de l'utilisation et de l'interprétation de l'information contenue dans ce document.

Ce document de travail, réalisé par le réseau international de la DG Trésor sur la base d'un cahier des charges et questionnaire précis fournis par le(s) commanditaire(s), permet de disposer d'un panorama de diverses situations à l'international. Toutefois, il ne constitue d'aucune manière une prise de position de la DG Trésor (et par extension celle du ministère de l'économie et des finances) sur le sujet donné.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	4
ALLEMAGNE.....	11
CHINE.....	23
CORÉE.....	31
ÉTATS-UNIS.....	39
JAPON.....	45
ROYAUME-UNI.....	63
SUÈDE.....	81
SUISSE.....	89

INTRODUCTION

Ce dossier, réalisé pour le compte de la secrétaire d'État auprès du ministre de l'Économie et des Finances, chargée du Numérique et de l'Innovation, comprend 8 fiches pays analysant les stratégies nationales en matière d'intelligence artificielle dans ces pays.

I Contexte et objectif de la demande :

Avec les progrès réalisés dans le domaine des technologies de Big Data, de calcul graphique ou de stockage des données, l'intelligence artificielle connaît depuis quelques années un vif regain d'intérêt et une progression notable de ses performances. Des outils sont aujourd'hui utilisés dans des secteurs aussi divers que l'automobile, la publicité, la relation client ou la sécurité.

A moyen/long terme, son impact social et économique pourrait être significatif, car des intelligences artificielles pourraient être utilisées dans tous les segments de l'activité humaine, jusqu'à la création artistique. Cette popularisation de l'intelligence artificielle promet des avancées quantitatives et qualitatives significatives dans l'économie, mais elle pose en même temps des questions sociétales fondamentales (souveraineté des États, éthique du choix, répartition des richesses et rémunération du travail) et porte en elle des changements socioéconomiques auxquels il faut se préparer (formation, adaptation des métiers, etc.).

De nombreux pays et organismes ont donc commencé à s'intéresser à l'intelligence artificielle et à son impact sur nos sociétés. L'administration Obama a préparé un plan intitulé « Preparing for the future of artificial intelligence » et a publié très récemment son rapport « Artificial Intelligence, Automation, and the Economy » ; Google, Amazon, Facebook, IBM et Microsoft ont récemment annoncé leur « partnership on artificial intelligence to benefit people and society » ; Elon Musk et Sam Altman ont créé l'institut OpenAI...

En France, le même mouvement d'analyse et de prospection s'est amorcé, avec des travaux réalisés par le monde académique (INRIA, IMT, CNRS, Allistène, etc.), par le Parlement ou par les acteurs économiques.

Le gouvernement français a lancé une stratégie nationale sur l'intelligence artificielle, qui s'appuie sur les réflexions de groupes de travail d'experts du domaine ou de domaines connexes ou touchés par cette technologie. Ces groupes de travail sont chargés de proposer dans leurs thématiques respectives (priorités de recherche, transfert de technologie, impacts sectoriels, conséquences éthiques et socioéconomiques, etc.) des actions en faveur d'une intégration optimale de l'intelligence artificielle dans la société.

Afin d'alimenter les travaux de ces groupes de recherche et leurs propositions d'action, le secrétariat d'État au numérique s'interroge sur les initiatives similaires qui ont pu être lancées dans d'autres pays. En plus d'éclairer les réflexions qui seront menées en France, cette comparaison pourra également mettre en lumière des opportunités de coopération ou d'action conjointe entre la France et les pays interrogés.

II Questionnaire de l'étude :

Éléments locaux de contexte du pays questionné :

Q1/- Une initiative nationale spécifique sur l'intelligence artificielle a –t-elle été lancée ou envisagée ? Si oui, quelle forme prend-elle ? (rapport d'organismes spécialisés, consultation publique, etc.) Quel budget lui a été affecté ?

Q2/- Quelle est la situation de la recherche académique sur l'intelligence artificielle dans votre pays ? Quels sont ces domaines d'excellence dans les sciences et technologies utilisées pour l'IA ?

Q3/- Quelle est la situation de l'industrie de l'intelligence artificielle dans votre pays ? Dans quelle mesure les acteurs économiques ont-ils intégré les technologies de l'intelligence artificielle dans leurs processus et produits ? Décrivez l'écosystème de startups qui proposent des produits et services basé sur l'IA ? Quelles sont les 5 à 10 jeunes entreprises innovantes les plus prometteuses ?

Q4/- Existe-t-il des formations adaptées (en nombre et en contenu) aux métiers technologiques liés à l'intelligence artificielle ? Si non, des mesures particulières ont-elles été mises en place ou envisagées pour garantir l'adéquation des formations avec les besoins futurs en techniciens, ingénieurs et autres métiers de l'intelligence artificielle ? Quel est le parcours des étudiants après leur formation ?

Q5/- De quelle manière la recherche académique en intelligence artificielle est-elle ou va-t-elle être soutenue ? Est-ce une initiative spécifique ou une partie d'une stratégie plus large (telle que le développement d'une industrie du futur par exemple) ? Quels sont les budgets annuels alloués à la recherche dans ce domaine et leur évolution prévisible ?

Q6/- De quelle manière le transfert de technologie entre la recherche académique et les entreprises technologiques est-il ou va-t-il être soutenu (incitations financières et fiscales, mise en relation, etc.) ? Est-ce une initiative spécifique ou une partie d'une stratégie plus large (telle que le développement d'une industrie du futur par exemple) ?

Q7/- Des mesures particulières de soutien au développement aux entreprises ont-elles été mises en place ou envisagées pour les entreprises spécialisées dans l'intelligence artificielle (incubateurs, dispositifs de financement et d'investissement dédiés) ?

Q8/- Comment est préparée l'adaptation des secteurs économiques touchés par l'intelligence artificielle aux bouleversements qu'elle induira ? En particulier, quelles mesures ont été prises ou envisagées dans le domaine de la formation ou de la sensibilisation des PME à ces technologies ?

Q9/- Quelles réflexions de plus long terme sont menées sur les impacts socioéconomiques, éthiques, politiques du développement de l'intelligence artificielle ? Quels impacts, positifs et négatifs, ont été identifiés ? Des actions publiques en la matière sont-elles d'ores et déjà envisagées ? Si oui, lesquelles et sous quelle forme (adaptation de la législation, auto- ou co-régulation avec les acteurs, négociations internationales) ?

Q10/- Quelle est l'implication de votre pays dans les grands projets (UE s'il y a lieu et internationaux) en Intelligence Artificielle ?

Commentaires éventuels du pays questionné :

III Situation française – Réponse pour la France au questionnaire

L'IA est considérée en France comme un sujet de première importance en raison de ses impacts potentiels importants. Les opportunités sont nombreuses pour l'économie française :

- L'initiative « France is AI » recense, en France, plus de 180 startups dans le domaine de l'IA. Ce chiffre illustre les opportunités de développement de nouvelles activités qu'offre l'IA en France, en particulier du fait d'un potentiel technique et scientifique important dans le domaine (excellence de la recherche et des formations) et des initiatives prises pour favoriser l'entrepreneuriat.
- Le dynamisme de l'entrepreneuriat français dans le domaine de l'IA attire l'attention des investisseurs. Plusieurs levées de fonds significatives ont ainsi eu lieu en 2016, notamment celle de 8,9 M€ de Shift Technology et de 5,6 M€ de Snips. Très récemment, le fonds d'investissement français Serena Capital a annoncé la création d'une structure dotée de 80 millions d'euros pour prendre des participations dans des start-ups de l'IA et du Big Data. Grâce à ces différentes annonces, c'est finalement tout l'écosystème des startups français qui est mis en visibilité et qui bénéficie d'un renforcement de son accès aux financements.
- L'IA offre aux entreprises plus matures l'opportunité de profiter de relais de croissance en développant des offres innovantes de produits ou de services, en particulier dans des secteurs où la France dispose d'une solide notoriété comme l'ingénierie informatique (nouvelles offres liées à l'automatisation de processus, à l'intégration de machine learning), les services collectifs ou « utilities » (nouvelles offres liées à la « Ville Intelligente »), ou encore la sécurité (nouvelles offres liées aux applications de reconnaissance d'images).
- L'IA va également permettre à nos entreprises de renforcer leur productivité et leurs performances (automatisation des processus, analyses prédictives sur le comportement des consommateurs, maintenances prédictives, etc.).

Mais la généralisation de cette technologie dans la société peut également engendrer des risques qu'il convient de mesurer et auquel il convient le cas échéant de se préparer :

- Les technologies d'intelligence artificielle sont communément associées à l'idée de systèmes autonomes, c'est-à-dire capables de prendre leurs propres décisions. En fonction des technologies d'IA, la manière dont la machine va prendre une décision n'est pas toujours formellement comprise et maîtrisée. Deux systèmes d'IA pourraient donc prendre des décisions différentes dans un contexte identique, ce qui présente des risques dans de nombreux cas d'utilisation. La poursuite de travaux de recherche sur les sujets liés à la maîtrise des processus de décision par les technologies d'IA est donc indispensable.
- Un autre facteur important de risques serait une IA n'intégrant pas de paramètres d'ordre éthique dans son processus de prise de décision. La définition de bases d'éthiques faisant consensus est un sujet à traiter en amont et qui devra faire l'objet d'une attention permanente. La prise en compte des sujets d'éthique nécessitera également de développer des outils permettant de démontrer que ces bases ont bien été intégrées dans les technologies d'IA utilisées.
- Le développement des technologies d'IA qui va s'accompagner d'une facilitation de son usage peut, d'autre part, faire peser des risques sur la sécurité des États, des organisations et des citoyens. Utilisées par des mains hostiles, ces technologies peuvent avoir une capacité importante de nuisance. Une maîtrise française des technologies d'IA (et pas uniquement de leur utilisation) répond donc à un enjeu de souveraineté et de sécurité nationale.

Avec l'accélération des performances des technologies qui sont au cœur du développement de l'IA (puissances de calculs de plus en plus importantes à des coûts toujours plus bas, technologies du Big Data de plus en plus matures, augmentation des capacités de stockage, développement de nouvelles méthodes comme l'apprentissage profond), l'élaboration et la mise en œuvre d'une stratégie nationale en matière d'IA est devenue une nécessité.

Cette stratégie nationale, décidée par le gouvernement et menée par les ministères en charge de la recherche et du numérique, prend la forme suivante :

- Une première étape a été de s'approprier ce sujet très vaste, en particulier au moyen d'entretiens avec des experts de différents secteurs et de différentes disciplines, afin d'en discerner les enjeux et leur importance. Cette première étape a confirmé la nécessité d'agir sans tarder afin que l'avènement des technologies d'IA ne cristallise pas des craintes qui vont freiner l'innovation et les créations des emplois et des entreprises de demain, mais soit, au contraire, porteur d'une volonté de progrès technologique et social.
- La seconde étape, en cours aujourd'hui, consiste à approfondir la réflexion sur les enjeux éthiques, juridiques, technologiques, scientifiques, et socio-économiques de l'IA, puis à proposer et à prioriser, au regard de ces enjeux, des recommandations qui doivent permettre de maximiser les effets positifs du développement et de la diffusion de l'IA en France, tout en amortissant le plus possible les impacts négatifs. À cette fin, les secrétaires d'Etat en charge du numérique et de la recherche ont demandé l'établissement d'une feuille de route de l'IA. La méthode retenue consiste à un travail coopératif entre acteurs de l'IA (chercheurs, entreprises, économistes, etc.) et de l'administration, au sein de groupes de travail rassemblés en 3 grandes thématiques clés. Ce travail devra donner lieu à la définition d'actions concrètes en faveur de l'IA et de son intégration harmonieuse dans la société.
- Une troisième étape consistera à déployer les actions retenues dans la feuille de route.

Les groupes de travail ainsi constitués devront réfléchir sur les thématiques suivantes :

- Cartographie des acteurs de l'IA en France ;
- Soutien à la recherche et à la formation en IA :
 - o Besoins et priorités de la recherche publique en matière d'IA ;
 - o Adéquation des formations avec les besoins en métiers de l'IA ;
- Soutien au transfert de technologie et au développement économique :
 - o Accélération des transferts de technologie de l'IA de la recherche académique vers les entreprises ;
 - o Promotion d'un écosystème économique favorable au développement des entreprises spécialisées dans l'IA et aux collaborations avec les utilisateurs finaux de ces technologies ;
 - o Préparation des secteurs touchés par l'irruption de l'IA ;
- Préparation des effets long terme de la diffusion de l'IA :
 - o Questions éthiques liées à l'IA ;
 - o Effets socioéconomiques de long terme.

La stratégie nationale pourra s'appuyer sur des conditions favorables en France. En effet, l'écosystème IA y est dynamique et reconnu :

- La France dispose de plusieurs atouts qui peuvent lui permettre de tirer profit du développement de l'IA.
- L'excellence de la recherche française dans des domaines scientifiques et technologiques clés pour l'IA (mathématiques, informatique, sciences des données) est reconnue internationalement. Cette excellence attire les grands groupes internationaux qui implantent sur le territoire national des centres de R&D spécialisés. L'installation de centres de R&D du groupe nord-américain Facebook et du groupe japonais Rakuten en sont des illustrations.
- Un environnement favorable à l'émergence et au développement des startups a été progressivement développé et constitue une réussite indéniable. Il est notamment le résultat de l'existence de laboratoires d'excellence et d'école d'ingénieurs de très haut niveau, ainsi que de la volonté de l'Etat d'encourager l'entrepreneuriat et la création d'entreprises, en particulier dans le domaine du numérique avec la French Tech. Ces startups contribuent au rayonnement de la France dans le domaine de l'IA, créent des emplois et vont faire naître des leaders et permettre à des entreprises de trouver des relais de croissance.

- La France compte, par ailleurs, de grandes entreprises de services du numérique, de dimension internationale ou mondiale (Capgemini, Atos, Sopra-Steria ...) qui investissent dans les technologies d'intelligence artificielle. Ces entreprises pourront notamment profiter de la croissance prévue du marché de l'intelligence artificielle pour les applications en entreprise (marché qui devrait passer de 200 M\$ en 2015 à plus de 11 Md\$ en 2024 selon le cabinet d'analyse Tractica) et contribueront à l'appropriation de ces technologies par leurs clients, en particulier français.
- D'autre part, l'existence de très grands groupes français utilisateurs de technologies, qui sont des références dans leur secteur, constitue également un atout. En intégrant au plus tôt des technologies d'IA, ces très grands groupes, comme Renault, PSA, Airbus, BNP Paribas, vont développer de nouvelles offres innovantes qui dynamisera leur croissance et stimulera le marché français de l'IA.
- Enfin, l'intelligence artificielle bénéficie déjà d'actions de soutien du gouvernement en faveur de la R&D et du développement expérimental de services numériques innovant, au travers notamment de crédits d'impôts recherche et innovation et de programmes de subventions, tels que le programme des investissements d'avenir et le fonds unique interministériel.

ALLEMAGNE

Éléments locaux de contexte du pays questionné :

En Allemagne, le ministère fédéral « *Federführend* », c'est-à-dire le ministère qui est pilote et en charge de la politique fédérale en matière d'intelligence artificielle (IA) est celui de l'Enseignement et de la Recherche (BMBF). Les réponses ci-dessous proviennent du BMBF, ainsi que de la Fédération allemande compétente sur le sujet (Fédération allemande des sciences de l'économie de l'information, des télécommunications et des nouveaux médias, dite « Bitkom ») et du Centre allemand de recherche pour l'intelligence artificielle (DFKI).

Q1/- Une initiative nationale spécifique sur l'intelligence artificielle a –t-elle été lancée ou envisagée ? Si oui, quelle forme prend-elle ? (rapport d'organismes spécialisés, consultation publique, etc.) Quel budget lui a été affecté ?

Le ministère fédéral de l'Economie et de l'Energie (BMWi) a publié en mars 2016 sa « Stratégie numérique 2025 », qui fixe les missions principales dans le domaine des technologies de l'information (cf. la version allemande de ce document : <http://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Publikation/digitale-strategie-2025-broschuere.html>) ainsi qu'un « Programme d'action pour la transition numérique – 12 points pour un avenir numérique », en septembre 2016, qui vise pour sa part à concrétiser la Stratégie numérique 2025 à travers des mesures déjà prises, sur le point de l'être ou à l'état de proposition.

L'une des notions centrales de la stratégie du ministère est celle de « mise en réseau intelligente ». La stratégie contient ainsi un nombre important de programmes de soutien pour le big data, le smart data, le *cloud computing* et l'Industrie 4.0, qui ont tous trait à l'intelligence artificielle. Ces programmes sont pilotés par le BMWi (cf. pour les germanophones le lien suivant pour davantage d'informations : <http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/digitalisierung.html>).

Les programmes de recherche liés à l'intelligence artificielle (IA) sont quant à eux gérés par le ministère fédéral de l'Enseignement et de la recherche (BMBF), qui est le ministre compétent en matière d'AI (site internet officiel – version en EN : <https://www.bmbf.de/en/index.html>) et qui soutient financièrement la recherche en matière d'IA depuis le milieu des années 1980. Parmi les principales initiatives, la Fédération allemande des sciences de l'économie de l'information, des télécommunications et des nouveaux médias (Bitkom), qui se présente elle-même comme la fédération allemande du numérique, relève notamment l'initiative « Industrie 4.0 – des innovations pour la production de demain » (cf. le lien suivant en DE : https://www.bmbf.de/pub/Industrie_4.0.pdf). Divers champs, comme la « vérification », la communication homme-machine, les systèmes basés sur les savoirs (« *Wissensbasierte Systeme* »), les réseaux de neurones artificiels et l'apprentissage automatique, ont fait l'objet de mesures de soutien jusqu'au milieu des années 2000. Aucun programme spécifique du BMWi ou du BMBF n'a cependant été, à ce jour, exclusivement consacré à l'IA en tant que telle.

La robotique intelligente développée à partir de l'IA est aujourd'hui soutenue via des projets de recherche. Le tableau ci-dessous présente les divers thèmes abordés par l'IA et soutenus financièrement par le BMBF (voir le catalogue suivant en DE : <http://foerderportal.bund.de/>):

		Projets	Soutien financier du BMBF
Ingénierie linguistique (« <i>Sprachverstehen</i> »)	1974-2000	97	80 M EUR
Réseaux de neurones artificiels	1988-1999	93	53 M EUR
Traitement des connaissances, Systèmes experts	1981-2017	136	82 M EUR
Vérification (hardware/software)	2002-2010	33	25 M EUR
Total			240 M EUR

La recherche en matière d'IA est également soutenue au niveau des *Länder*, essentiellement via le Centre allemand de recherche pour l'intelligence artificielle (DFKI), qui a été créé sous la forme de PPP en 1988, et qui est implantés dans trois sites, à Kaiserslautern (Rhénanie-Palatinat), Sarrebruck (Sarre), Brême (avec une antenne à Osnabrück, en Basse-Saxe) et un bureau de projets à Berlin. Le DFKI est, au plan mondial, le plus grand institut de recherche spécialisé sur l'IA (cf. le site internet officiel en EN pour davantage d'informations sur les projets de recherche en cours : https://www.dfki.de/web?set_language=en&cl=en; voici, par ailleurs, un exemple de programme de soutien à l'IA mené par le DFKI de Kaiserslautern : <http://www.nachrichten-kl.de/wissenschaft-01/technische-universitaet/item/27058-strategische-weiterentwicklung-der-kuenstliche-intelligenz-forschung>). La structure globale du DFKI se compose de 870 employés. La structure a enregistré au cours des cinq dernières années un chiffre d'affaires de 680 M EUR. Le centre aurait par ailleurs directement contribué à la création de 78 entreprises.

La création du DFKI a constitué un élément central pour la recherche en matière d'IA en Allemagne.

Q2/- Quelle est la situation de la recherche académique sur l'intelligence artificielle dans votre pays ? Quels sont ces domaines d'excellence dans les sciences et technologies utilisées pour l'IA ?

L'IA est enseignée dans la majorité des écoles supérieures offrant un cursus informatique. 22 universités et instituts universitaires technologiques (*Hochschulen*) proposent des cursus axés spécifiquement sur l'IA, auxquels il convient d'ajouter les instituts de recherche ; parmi les principaux d'entre eux : la *Fraunhofer Gesellschaft*, l'Institut Max-Planck et le HGF (*Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren*). Au total, 80 chaires sont ainsi dédiées à l'intelligence artificielle en Allemagne. Ces chaires sont liées à la Société pour l'informatique (*Gesellschaft für Informatik*), qui est notamment composée d'un département « intelligence artificielle » (cf. le lien suivant en DE : <http://fb-ki.gi.de/>). Les groupes d'experts et de travail qui composent ce département donnent une indication sur les directions dans lesquelles la recherche en matière d'intelligence s'oriente et comment elle s'organise (cf. le lien ci-dessous en EN : <http://www.kuenstliche-intelligenz.de/en/subdivisions/>). La Société pour l'informatique met à disposition sur demande une liste des directeurs de chaires sur l'IA.

Q3/- Quelle est la situation de l'industrie de l'intelligence artificielle dans votre pays ? Dans quelle mesure les acteurs économiques ont-ils intégré les technologies de l'intelligence artificielle dans leurs processus et produits ? Décrivez l'écosystème de startups qui proposent des produits et services basé sur l'IA ? Quelles sont les 5 à 10 jeunes entreprises innovantes les plus prometteuses ?

L'IA et l'apprentissage automatique font partie intégrante du développement du logiciel en Allemagne. Les résultats de l'IA sont aujourd'hui tellement intégrés dans le développement du logiciel qu'il est impossible d'estimer exactement dans quelle mesure la recherche en IA a eu un impact sur les produits finis.

La palette des thèmes concerne d'ailleurs autant le hardware (partenariat de recherche entre le DFKI et Intel) que le software (DFKI et Microsoft) ou encore l'ingénierie linguistique (Microsoft CORTANA sur la base de travaux réalisés par le DFKI). Le BMBF relève par ailleurs quelques exemples d'apprentissage automatiques, comme le projet ALICE de Siemens, en partenariat avec l'université TU Berlin d'optimisation des turbines à gaz et des dispositifs éoliens à travers le *machine learning*.

Sept nouvelles startups auraient vu le jour à Berlin uniquement par le biais de l'apprentissage automatique depuis 2015 : Lateral, Dojo Madness, Patience, Buddy Guard, Fredknowsit, Parlamind, Twenty Billion Neurons (Berlin/Toronto). Une vingtaine de startups auraient été créées aux Etats-Unis depuis 2011 dans le même domaine. L'une des difficultés inhérentes à l'IA est que la plupart des sociétés techs communiquent aisément sur l'inclusion d'une stratégie AI, car cela répond à une exigence du marché, mais l'AI, champ très vaste, demeure extrêmement difficile à appréhender. Le paysage allemand des startups de l'AI affiche les caractéristiques suivantes (Société Asgard, 2017 – <https://medium.com/@bootstrappingme/the-german-artificial-intelligence-landscape-b3708b325124#.ljpqe7bvf>) :

- Entre 50 et 100 startups sur tout le territoire allemand ;
- 48% des startups de l'AI relèvent de cinq domaines d'activité : soutien client, communication client, ventes et marketing, développement de logiciels, vision artificielle/reconnaissance d'images ;
- Berlin concentre 54% des startups allemandes de l'AI, devant Munich, Hambourg et Francfort-sur-le Main ;
- Berlin est le 3^{ème} hub européen pour les startups de l'AI, après Londres et Paris.

Pour un aperçu de l'écosystème des startups dans le domaine de l'AI : <https://www.dfki.de/web/ueber/spin-offs>. Les nouvelles créations de startups opérant dans le domaine de l'AI y sont répertoriées. Par ailleurs, la brochure « Germany – Excellence in Big Data » (cf. ce lien en anglais : <https://www.bitkom.org/Bitkom/Publikationen/Germany-Excellence-in-Big-Data.html>) peut constituer une source pertinente, dans la mesure où un nombre important d'entreprises actives dans le domaine de l'AI le sont également dans celui des big data.

Par ailleurs, le Bitkom et le DFKI ont récemment débuté un projet qui s'intitule « Allemagne – Excellence dans l'intelligence artificielle » (« Germany – Excellence in Artificial Intelligence »), dont le but est de rassembler toutes les informations existantes à ce jour sur l'industrie allemande de l'IA.

Q4/- Existe-t-il des formations adaptées (en nombre et en contenu) aux métiers technologiques liés à l'intelligence artificielle ? Si non, des mesures particulières ont-elles été mises en place ou envisagées pour garantir l'adéquation des formations avec les besoins futurs en techniciens, ingénieurs et autres métiers de l'intelligence artificielle ? Quel est le parcours des étudiants après leur formation ?

Cf. la réponse 2 (il existe en Allemagne 80 chaires dédiées à l'intelligence artificielle, qui offrent un large éventail de formations).

Le BMBF considère que l'une des caractéristiques de la recherche en matière d'IA est d'impliquer plus étroitement des universitaires qualifiés que d'autres secteurs des TIC. L'apprentissage automatique utilisé dans les secteurs économique et scientifique est, en raison des prérequis exigeants en mathématiques, presque exclusivement entre les mains de post-doctorants.

Le ministère estime malgré tout que l'apprentissage universitaire manque d'orientation pratique. Il souligne la nécessité de progresser sur ce point.

Q5/- De quelle manière la recherche académique en intelligence artificielle est-elle ou va-t-elle être soutenue ? Est-ce une initiative spécifique ou une partie d'une stratégie plus large (telle que le développement d'une industrie du futur par exemple) ? Quels sont les budgets annuels alloués à la recherche dans ce domaine et leur évolution prévisible ?

L'IA est un instrument de développement des logiciels qui n'est pour l'heure que relativement peu reconnue par rapport à d'autres instruments de développement. Le BMBF estime que les travaux de recherche basés sur l'IA à destination des big data, de la robotique, de la communication homme-machine et de la qualité logicielle contribuent à hauteur de 15% environ de la recherche totale dans les TIC. Quant au traitement des données en grande quantité, la recherche en matière d'IA devrait rapidement élargir son spectre grâce à de nouvelles mesures de soutien ciblées.

Cf. par ailleurs la réponse 1, qui illustre que l'Allemagne a davantage fait le choix d'une orientation en faveur de larges programmes de soutien à la recherche et à la technologie dans lesquels on trouve une composante AI.

Q6/- De quelle manière le transfert de technologie entre la recherche académique et les entreprises technologiques est-il ou va-t-il être soutenu (incitations financières et fiscales, mise en relation, etc.) ? Est-ce une initiative spécifique ou une partie d'une stratégie plus large (telle que le développement d'une industrie du futur par exemple) ?

Les programmes de soutien à la technologie pilotés par le BMWi comprennent généralement une contribution financière importante de l'industrie, ce qui tend à stimuler les transferts dans l'économie. Les programmes de soutien à la technologie comportent généralement des projets dits « d'accompagnement » (« *Begleitforschung* »), qui sont caractérisés par de larges potentialités de mise en application des technologies.

Le BMBF précise également que les projets de recherche qu'il finance dans le secteur des TIC sont perçus à 90% comme des projets communs aux secteurs scientifique et économique, afin d'accélérer le transfert de la recherche vers la pratique.

La réponse 5 apporte également des éléments complémentaires.

Q7/- Des mesures particulières de soutien au développement aux entreprises ont-elles été mises en place ou envisagées pour les entreprises spécialisées dans l'intelligence artificielle (incubateurs, dispositifs de financement et d'investissement dédiés) ?

Pas à la connaissance des interlocuteurs interrogés.

Q8/- Comment est préparée l'adaptation des secteurs économiques touchés par l'intelligence artificielle aux bouleversements qu'elle induira ? En particulier, quelles mesures ont été prises ou envisagées dans le domaine de la formation ou de la sensibilisation des PME à ces technologies ?

Selon le BMBF, tous les secteurs de l'économie sont aujourd'hui concernés par l'IA en tant que composante de produits logiciels, sans que cela ne se sache nécessairement.

L'engouement mis à part, l'industrie est, selon le BMBF, sur le point d'élargir l'utilisation de l'IA et de tester les technologies qui sont applicables. Diverses grandes entreprises en Allemagne possèdent des groupes de développeurs qui travaillent depuis de nombreuses années sur les composantes IA et qui utilisent de plus en plus les évolutions actuelles.

Le DFKI nous informe pour sa part qu'il a à lui tout seul depuis sa création (en 1988) mené plusieurs centaines de projets en matière d'IA en partenariat avec le secteur industriel. A l'instar du BMBF, le DFKI considère que nombreux projets pilotes sont actuellement en cours dans des entreprises allemandes, projets dans le cadre desquels il est possible de tester et d'expérimenter des technologies relatives à l'IA dans un environnement industriel. Selon le Bitkom, il est d'ailleurs probable qu'à la suite de la publication des résultats de ces tests/expériences issus de ces phases pilotes, les projets s'orienteront davantage et même de manière intensive sur les possibilités d'applications sociétales ainsi que sur les adaptations et ajustements nécessaires aux activités productives. Selon la fédération, les technologies de l'AI contribueront à surpasser le déficit existant en matière de personnel qualifié dans le domaine.

Afin de sensibiliser les PME sur le sujet, des congrès rassemblant les principales institutions concernées [Société pour l'informatique, Association des ingénieurs allemands (VDI) et Bitkom] sont organisés depuis 2016 ; ceux-ci servent de point d'information et de mise en réseau des entreprises opérant dans l'AI. Le Bitkom s'apprête d'ailleurs à publier prochainement un premier guide de l'AI à destination des entreprises.

Q9/- Quelles réflexions de plus long terme sont menées sur les impacts socioéconomiques, éthiques, politiques du développement de l'intelligence artificielle ? Quels impacts, positifs et négatifs, ont été identifiés ? Des actions publiques en la matière sont-elles d'ores et déjà envisagées ? Si oui, lesquelles et sous quelle forme (adaptation de la législation, auto- ou co-régulation avec les acteurs, négociations internationales) ?

Le BMBF considère que l'un des principaux enseignements des années 1980 devrait être que l'IA ne peut pas réaliser tout ce qui est véhiculé par les médias. L'adaptation d'un point de vue rationnel est nécessaire, ce qui semble relativement le cas du secteur scientifique en Allemagne.

Le ministère estime par ailleurs que l'utilisation des données dans les systèmes intelligents est essentielle, notamment celle du big data (qui constitue un champ d'application de l'apprentissage automatique). A titre d'exemple, le BMBF soutient le projet « abida » (« *assessing big data* », un projet pluridisciplinaire visant à explorer les risques et les opportunités du big data pour la société – cf. le lien suivant en EN : <http://www.abida.de/>) ainsi que le centre de compétence CRISP (Centre de recherche pour la sécurité et la vie privée, plus grand centre de recherche européen en matière de sécurité des technologies de l'information – cf. le lien suivant en EN : <https://www.crisp-da.de/en/>), qui traitent tous deux des conséquences de cette utilisation.

Le BMBF considère aussi que l'un des champs de recherche porteurs du *machine-learning* dans le cadre de l'apprentissage automatique serait celui des systèmes de *machine-learning* et en l'occurrence, comment elles pourraient être surveillées et délimitées par des systèmes de contrôle régulés, comme ceux de la robotique basée sur l'IA, via la segmentation dans les composants de systèmes opérationnels et les composants de décision et de planification, qui existe déjà depuis des dizaines d'années.

Si l'on aboutissait à une situation dans laquelle les algorithmes et procédés IA partiellement impliqués sont la base de décisions elles-mêmes basées sur des données ne pouvant plus être vérifiées, alors les entités qui les utilisent ne sauraient se déresponsabiliser des systèmes qu'elles exploitent. Cette évolution continuera de faire l'objet d'une attention particulière de la part du BMBF.

Le Bitkom a présenté en juin 2017 un document de position relatif à l'informatisation des décisions via l'IA et le big data (<https://www.bitkom.org/noindex/Publikationen/2017/Positionspapiere/FirstSpirit-1496912702488Bitkom-DFKI-Positionspapier-Digital-Gipfel-AI-und-Entscheidungen-13062017-2.pdf>). Les discussions publiques sur ce sujet sont déjà relativement intenses et rassemblent notamment des juristes spécialistes du droit des médias et du droit de la consommation. Les questions d'éthique sont au cœur des débats.

Q10/- Quelle est l'implication de votre pays dans les grands projets (UE s'il y a lieu et internationaux) en Intelligence Artificielle ?

Le BMBF considère que les grands projets sont tout à fait intéressants tant qu'ils complètent et élargissent l'avancement de la recherche en Allemagne. Quoi qu'il en soit, la coopération existante et l'excellence de la recherche IA en partie déjà bien connectée au sein de l'UE sont dans tous les cas des atouts encore plus importants que le volume des projets.

Annexe : Programme d'action transition numérique - 12 points pour un avenir numérique

Ministère fédéral de l'économie et de l'énergie

DE.DIGITAL

*Traduction réalisée par le Centre de traduction du ministère de l'économie et des finances - Dossier n° 1292-16
- 20/02/2017*

PROGRAMME D'ACTION « TRANSITION NUMÉRIQUE »

12 points pour un avenir numérique

La transformation numérique de notre économie et de notre société est bien engagée. Ayant à cœur de façonner et de favoriser cette évolution extrêmement rapide, nous avons décrit dans notre plan **Stratégie numérique 2025** de façon systématique les principaux domaines où il convient d'intervenir. Nous souhaitons améliorer l'environnement de travail de nos entreprises afin de les inciter à investir et à innover dans le numérique, et ouvrir ainsi la voie à une nouvelle ère pour les créateurs d'entreprise. Le **programme d'action** présenté ci-dessous vise à concrétiser notre stratégie, à l'aide de mesures déjà prises, sur le point de l'être ou encore à l'état de proposition.

1. Promouvoir les pôles numériques en Allemagne

- À l'heure actuelle, en Allemagne, **des pôles numériques régionaux** voient le jour, qui rassemblent start-ups, scientifiques, PME, industrie et administration et sont au cœur de la transition numérique. Nous sommes en train de créer **une marque ombrelle commune et une agence** pour les pôles numériques allemands phares, pour optimiser leur mise en réseau à l'échelle fédérale et faciliter le transfert de savoir-faire entre eux.
- Nous comptons promouvoir ces pôles numériques à l'étranger, avec le concours de l'Agence pour le développement économique de l'Allemagne (**Germany Trade and Invest**), afin d'accroître leur rayonnement international et de les mettre en contact avec des créateurs d'entreprise et des investisseurs étrangers.

2. Accélérer la transformation numérique du tissu des PME (*Mittelstand*)

- Nous mettons en place **des centres de compétences 4.0 à destination des PME**, où elles peuvent "appréhender" la transition numérique. Rien que cette année, onze centres auront été créés. Avec l'extension de l'initiative visant à soutenir les PME (« Mittelstand 4.0 ») à la recherche de solutions innovantes pour la transformation numérique et la mise en réseau de l'économie, d'autres centres verront le jour en 2017, également axés sur certains domaines ou secteurs de l'économie.

- Par le biais de la **plateforme Industrie 4.0**, désormais connue au niveau international, nous soutenons plus particulièrement les PME industrielles dans leur transition numérique, en diffusant des exemples et des recommandations pratiques. En outre, la plateforme promeut des activités de standardisation, notamment à travers le « modèle d'architecture de référence pour l'industrie 4.0 ».
- L'ensemble d'initiatives **Go Digital** vient compléter les centres de compétences par des prestations externes de conseil aux PME employant au maximum une centaine de salariés. Ces prestations vont de la consultation initiale et de l'analyse jusqu'à la mise en œuvre, dans les domaines de la sécurité informatique, du marketing internet et de l'informatisation des processus.
- Nous voulons adopter un programme de soutien aux investissements conçu comme une **offensive numérique en faveur des PME**. Par des incitations à investir et l'octroi de l'aide correspondante en matière d'analyse et de conseil, nous souhaitons accélérer la transformation numérique de notre tissu de PME.

3. Étendre les réseaux gigabits

- Le passage à l'industrie 4.0 et la mise en réseau intelligente nécessitent des **réseaux à très haut débit**.
- Dans les zones rurales ou isolées, où le secteur privé ne procèdera pas au raccordement aux réseaux gigabits dans un avenir proche, l'État doit compléter et accompagner les activités de marché. À cette fin, il convient de créer un **fonds d'investissements d'avenir** doté d'environ dix milliards d'euros, qui pourrait être financé par les produits de la prochaine adjudication de fréquences (fréquences UMTS 2020) ou encore les ressources dégagées grâce au 2^e dividende numérique.

4. Faciliter les investissements privés dans les technologies numériques

- Pour le secteur privé, nous sommes favorables à une harmonisation et à une réduction à trois ans au maximum des **périodes d'amortissement des logiciels et matériels informatiques et**, ainsi que de tous les appareils relevant des technologies numériques, pour encourager aussi les investissements privés dans ce secteur.
- Par ailleurs, nous souhaitons **relever le plafond de l'amortissement déductible des biens de faible valeur** ainsi que le **seuil de chiffre d'affaires** pour le paiement de la TVA sur la base des encaissements, de manière à soulager les petites et moyennes entreprises qui investissent précisément dans les biens numériques de masse.

5. Sécuriser les réseaux de création de valeur

- Nous mettons en place un processus de contrôle en matière de **souveraineté numérique** afin de définir plus précisément les technologies et les compétences stratégiques, et d'élaborer un agenda pour la sécurisation des réseaux de création de valeur numérique.
- Nous apporterons 1 milliard d'euros pour les investissements dans la **microélectronique**, afin de renforcer, avec d'autres États membres, la position de l'Allemagne et de l'Europe en tant que pôles industriels. Cette mesure sera lancée en 2017 dans le cadre d'un projet important d'intérêt européen commun (PIEEC) et se traduira, les années suivantes, par des investissements en Allemagne de plus de 3,5 milliards d'euros.
- Nous avons, avec la **Trusted Cloud-Plattform** et son label, créé une place de marché indépendante et transparente proposant des services en nuage fiables pour aider les entreprises à adopter plus facilement les technologies numériques en nuage. Ces actions doivent servir d'exemples pour le marché intérieur commun du numérique. Allié à une **plateforme de maison intelligente** (Smart Home Platform) intersectorielle, ce grand marché d'avenir doit être conquis et développé grâce à l'action commune de toutes les parties prenantes.
- Le programme « **Smart Service Welt II** - De nouveaux domaines d'application pour les services et plateformes numériques » est destiné à compléter le programme « Smart Service Welt » avec une plateforme de mise en œuvre. Il s'agit de couvrir si possible tous les secteurs clés de l'économie qui sont concernés par l'économie des plateformes et qui n'ont jusqu'ici pas été pris en compte, ou ne l'ont pas été pleinement, et de développer des solutions viables. Il est également prévu de concevoir des services pour les zones rurales présentant un potentiel

élevé d'exploitation. Le principal objectif est d'élaborer des solutions phares pour les petites et moyennes entreprises.

6. Mobiliser davantage de capital-risque

- Nous avons, avec le programme INVEST, constitué un outil efficace de mobilisation de capital-risque privé. Ce programme sera étendu cet automne de manière significative : le plafond pour bénéficier de la prime de 20 % en cas d'investissement dans du capital-risque sera multiplié par deux et passera donc à 500 000 euros, et la taxe sur les plus-values de cession fera l'objet d'une compensation forfaitaire.
- Nous mobilisons en outre, avec toute une série d'autres programmes mis en place ou abondés cette année, du capital-risque pour les créateurs d'entreprise et les jeunes entreprises en Allemagne : le lancement du **Fonds coparion** (225 millions d'euros), celui de la **facilité pour la croissance financée par le PRE et le FEI** (500 millions d'euros) et l'augmentation du budget du **Fonds PRE/EIF** de 1,7 à 2,7 milliards d'euros, sont autant de mesures adoptées en 2016 qui doivent contribuer à améliorer l'accès au capital-risque.
- Avec l'appel aux investisseurs lancé dans le cadre du fonds **High-Tech Gründerfonds III** (objectif : 300 millions d'euros) qui deviendra opérationnel en 2017, non seulement nous mettons en place une source de financement supplémentaire pour les créateurs d'entreprise, mais nous permettons aussi aux entreprises existantes qui investissent dans ce fonds d'avoir une vue d'ensemble de ce qui se passe en Allemagne en matière d'innovation et de start-ups, et d'engager des coopérations avec les entreprises partenaires du fonds.
- Pour continuer à améliorer les conditions-cadres du financement par apport de fonds propres et la croissance des entreprises, nous avons mis sur les rails une loi qui permettra de continuer à bénéficier du report des pertes en cas de changement d'associé.

7. Promouvoir la communication numérique et l'administration électronique, et éliminer la bureaucratie

- Nous présenterons prochainement une proposition de **loi sur les services de confiance**, destinée à faciliter une communication sécurisée et fiable entre les personnes physiques, les entreprises et les administrations. De plus, nous accompagnerons le développement de **services d'identité numérique** et soutiendrons la création d'« **identités numériques** » sûres pour les citoyens et les entreprises.
- Nous souhaitons également accélérer la modernisation de l'administration pour tendre vers une **administration électronique** plus efficiente. Cela passe notamment par l'adoption rapide de la **loi sur l'open data** et par une mise à la disposition des entreprises et des créateurs d'entreprise de davantage de données publiques aux fins de leur réutilisation.
- Nous souhaitons transposer rapidement la récente réforme du droit communautaire en matière de marchés publics qui a rendu obligatoire la **passation des marchés publics par la voie électronique**. Nous souhaitons par ailleurs encourager les services adjudicateurs en Allemagne à recourir davantage aux procédures électroniques pour les marchés d'un montant inférieur au seuil communautaire.

8. Réaliser la transition numérique de l'énergie

- Avec la **loi relative à la transition numérique de l'énergie** et l'introduction de dispositifs de mesure numériques qui l'accompagne, nous venons de prendre une mesure essentielle nous permettant d'exploiter le potentiel considérable du numérique pour réaliser la transition énergétique et pour faire de nous des pionniers dans les domaines du Smart Grid (réseau intelligent), du Smart Meter (compteur intelligent) et du Smart Home (maison intelligente). Les dispositifs de mesure intelligents en tant que plateformes de communication normalisées et le modèle « *Privacy & IT-Security by Design* » (sécurité dès la conception) pourront devenir des labels « Made in Germany » et constituer un modèle pour d'autres domaines du numérique, du Smart Home à l'Industrie 4.0.
- Nous soutenons un projet de modèle (www.open-power-system-data.org) d'open data dans le secteur de l'énergie et souhaitons en accroître le volume.

9. Réaliser la transition numérique de la santé

- Nous voulons **accélérer la transition numérique également dans le secteur de la santé**. Dans cette perspective, nous soutenons les projets de modèles dans le cadre de notre initiative pour une mise en réseau intelligente et les laboratoires de terrain dans lesquels les nouvelles techniques numériques et les applications de santé en ligne peuvent être testées sans danger. Dans le cadre de l'aide aux start-ups, nous soutenons des concepts innovants de l'économie de la santé numérique.
- **La loi relative à la santé en ligne** a entre autre fixé des délais impératifs pour l'introduction du dossier médical électronique. Ce dernier joue un rôle clé pour le passage au numérique dans le secteur de la santé. Sa mise en œuvre rapide est un de nos objectifs.
- La loi relative à la santé en ligne prévoit également des délais pour la **création d'un tarif des prestations de télé-médecine**. L'absence quasi complète de ce tarif représentant un obstacle important au passage au numérique dans le secteur de la santé, nous soutenons l'intégration rapide de ces prestations dans les soins de base.

10. Renforcer la FinTech en Allemagne

- Nous nous félicitons que l'Autorité fédérale de contrôle des services financiers (**BaFin**) se soit réorganisée et ait développé, en tant que point de référence central pour les acteurs du marché financier, **une meilleure offre d'informations et de conseils à destination des entreprises de la fintech**, leur permettant d'accéder plus facilement au marché réglementé.
- Nous soutenons la proposition visant à examiner dans quelle mesure il serait possible, dans des cas appropriés, **d'accélérer les procédures d'autorisation** des innovations des entreprises de la fintech ou d'entreprise établies, sans toutefois porter atteinte au niveau de sécurité ou à la stabilité du marché financier.
- Nous sommes par ailleurs favorables à la vérification de **l'uniformité des conditions cadres à l'échelon européen**, pour que puisse être réalisé rapidement et dans les meilleures conditions possibles le marché intérieur du numérique, notamment dans le secteur de la FinTech.

11. Promouvoir la mobilité numérique

- À l'ère du numérique, l'Allemagne doit rester **leader** en tant que **marché et offreur dans le secteur de la mobilité**. Nous encourageons tous les efforts visant à adapter le cadre juridique à la conduite automatisée et la création de nouvelles pistes d'essais constituant autant de laboratoires de terrain.
- Avec le programme « **Nouvelles technologies pour les véhicules et les systèmes** », nous soutenons de manière ciblée des projets de recherche importants pour la conduite automatisée en réseau.
- Par ailleurs, nous souhaitons **moderniser le droit du transport des personnes** qui est en partie dépassé et l'adapter à l'évolution technique, par exemple en supprimant l'épreuve de connaissance des lieux de l'examen du permis de transport de personnes, en supprimant l'obligation de retour du véhicule de location au lieu de départ après exécution d'une commande de transport, en ouvrant le champ des innovations techniques grâce à une réglementation neutre du point de vue technologique et en relevant les valeurs seuils pour les covoiturages privés.

12. Rendre possible un partage accru grâce à l'économie sociale collaborative

- Nous voulons organiser des **partenariats d'apprentissage avec les villes, les communes** et les entreprises de l'économie collaborative pour traiter de manière juste les plateformes de location d'appartements et d'autres offres de l'économie collaborative ayant des effets locaux. Ainsi, nous souhaitons débattre des conflits d'objectifs et arriver à des solutions justes servant les intérêts de chacune des parties prenantes.

- Il est souvent difficile pour les offreurs des plateformes de l'économie collaborative, en particulier pour les particuliers exerçant une activité occasionnelle, de savoir si des dispositions légales s'appliquent et, le cas échéant, lesquelles. Il en résulte une incertitude juridique pour toutes les parties. Aussi souhaitons-nous déterminer dans quelles situations **des valeurs seuils claires** ou d'autres critères discriminants peuvent aider à exclure, en toute sécurité juridique, des particuliers n'exerçant qu'une activité occasionnelle limitée du champ d'application de certaines dispositions légales. Par ailleurs nous souhaitons permettre la création d'espaces d'expérimentation.
- Pour renforcer la sécurité juridique et la transparence, nous nous engageons à permettre aux plateformes, dans les cas qui s'y prêtent, de verser directement à l'administration fiscale les impôts dus par les offreurs professionnels.

Mentions obligatoires

Éditeur

Ministère fédéral de l'économie et de l'énergie (BMWi)
Öffentlichkeitsarbeit
11019 Berlin

Images

Illustrations de M. Müller
www.behance.net/herrmueller
upperorange.com

Maquette et production

Hirschen Group GmbH, Berlin

Version : *septembre 2016*

CHINE

1/- Planification, initiatives gouvernementales

Une initiative nationale spécifique sur l'intelligence artificielle a-t-elle été lancée ou envisagée ? Si oui, quelle forme prend-elle ? (rapport d'organismes spécialisés, consultation publique, etc.) Quel budget lui a été affecté ?

Les technologies de l'information et de la communication sont un thème central des politiques industrielles adoptées ces dernières années, qui visent à faire passer la Chine du statut d'« usine du monde » à celui de grand centre mondial de l'innovation. La plupart de ces plans restent de portée très générale et n'entrent pas dans le détail des dispositifs de financement, même si les moyens attribués par les organismes publics et para-publics sont de toute évidence très importants (cf. question 5). Ces plans, adoptés au niveau central, n'ont par ailleurs pas, à notre connaissance, fait l'objet de consultations préalables à destination du grand public. On peut notamment citer :

- Le plan « **Made in China 2025** », adopté en mai 2015 par le Conseil des affaires d'Etat, qui vise la montée en gamme de 10 secteurs prioritaires¹, divisés en 23 sous-secteurs, avec des objectifs de part de marché ambitieux en Chine et à l'international pour les produits de propriété intellectuelle chinoise.

De manière générale, le plan incite « à accélérer le développement de la fabrication intelligente des équipements de des produits ».

L'intelligence artificielle n'est pas mentionnée en tant que telle, mais le plan comporte des objectifs de parts de marché en Chine pour les produits chinois dans un certain nombre de secteurs connexes :

- 70% pour les robots industriels de marque chinoise
- 30% pour les systèmes de contrôle numérique intelligents

Le plan vise également à construire des champions nationaux, soit 1 à 2 entreprises chinoises devant intégrer le top 5 mondial du secteur de la robotique.

- Le plan « **Internet +** », adopté par le Conseil des affaires d'Etat en juillet 2015, qui a pour ambition de transformer l'ensemble de l'économie chinoise par une adoption massive de l'internet dans tous les domaines, fait des « objets intelligents » l'une de ses 11 directions prioritaires². Les principales lignes directrices du plan, en ce qui concerne les objets intelligents, sont :
- La généralisation de l'usage biens de consommation « intelligents » (par exemple montres connectées)

¹ TIC, Machines de pointe et robots, Aéronautique et aérospatial, Génie maritime, Génie ferroviaire, Automobile, Electricité, Matériel agricole, Nouveaux matériaux, Médecine

Le secteur TIC est divisé en : circuits imprimés, équipements TIC, logiciels pour l'industrie, équipements informatiques pour la production intelligente

² Aux côtés de l'innovation et de l'entrepreneuriat, de la production collaborative, du commerce électronique, de la gestion intelligente de l'énergie, de l'agriculture moderne, des services financiers en ligne, des services aux personnes, de la logistique, de l'écologie et des transports publics

- L'accélération du développement des véhicules connectés, par un soutien à la coopération entre constructeurs automobiles et entreprises du numérique
- La coopération entre entreprises du numérique et entreprises du secteur de la sécurité
- La R&D dans le domaine de la biométrie est encouragée (reconnaissance des voix et des caractéristiques biologiques)

En approfondissement du plan « Internet + », le Ministère de la planification (ou NRDC – National development and reform commission) a publié en mai 2016 une feuille de route en 3 ans ciblant spécifiquement les actions dans le domaine de l'intelligence artificielle.³

Cette feuille de route comporte peu d'objectifs chiffrés, mais mentionne un certain nombre de principes devant guider la politique chinoise dans le domaine de l'intelligence artificielle entre 2016 et 2018, à savoir :

- Création d'une plateforme gouvernementale pour le soutien à l'innovation dans le domaine de l'intelligence artificielle ;
- Construction d'une filière industrielle de l'intelligence artificielle bénéficiant de la mise en place d'un système de soutien à l'innovation ; établissement d'un système de normes ;
- Approfondissement de la coopération internationale avec les pays les plus avancés technologiquement et soutien aux entreprises chinoises partant à la conquête des marchés internationaux, notamment le long des « Nouvelles routes de la soie »

Le **13^{ème} plan quinquennal (période 2016-2020)**. En particulier, le « *big data* » et la production intelligente/interface homme-machine sont deux des neuf chantiers d'ingénierie prioritaires pour 2030⁴ inscrits au plan. Le « Plan quinquennal sur le développement des nouvelles industries stratégiques »⁵, publié par le Conseil des Affaires d'Etat en novembre 2016, incite à accélérer l'édification d'une industrie de l'intelligence artificielle et à promouvoir les applications des technologies liées à l'intelligence artificielle dans de très nombreux domaines.

De manière plus spécifique, le Conseil des affaires d'Etat a publié le 20 juillet 2017 un plan de développement national de l'IA⁶. Ce plan qui vise à permettre à la Chine de devenir le leader mondial dans ce domaine distingue 3 étapes successives :

- De 2017 à 2020, la Chine ambitionne de rattraper le niveau des autres pays en matière d'IA avec un marché de 150 Mds CNY (20 Mds EUR). Elle souhaite favoriser l'émergence d'entreprises à la pointe de cette technologie. D'importantes synergies sont envisagées avec d'autres plans sectoriels, notamment dans le domaine du *big data*.
- De 2020 à 2025, la Chine compte réaliser plusieurs percées technologiques dans le domaine de l'IA, notamment en ce qui concerne une nouvelle génération de technologies dotées de capacités d'apprentissage autonome. En 2025, la Chine prévoit d'être le numéro un mondial de l'IA avec un marché d'une valeur de 400Mds CNY (50 Mds EUR). Les industries dérivant plus largement de l'IA devraient quant à elles représenter un marché de 1000Mds CNY.
- En 2030, la Chine a pour objectif de devenir le premier centre d'innovation d'IA au monde, avec d'importantes avancées dans le domaine de l'intelligence collective. Ces innovations majeures devront lui permettre de devenir le pays décisionnaire en termes d'IA au niveau mondial. L'IA devrait alors intégrée dans de multiples domaines de l'économie chinoise : agriculture, santé, éducation, santé, sécurité, robotique, réalité virtuelle, et l'automobile.

³ Disponible en Chinois sur http://www.sdpc.gov.cn/gzdt/201605/t20160523_804302.html

⁴ Avec les semences agricoles, le charbon propre, les *smart grids*, la poursuite des satellites, les nouveaux matériaux, la gestion de l'environnement dans la conurbation Pékin-Tianjin-Hebei et la santé

⁵ Disponible en Chinois sur http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-12/19/content_5150090.htm

⁶ Disponible en chinois sur http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm

2/- Recherche académique

Quelle est la situation de la recherche académique sur l'intelligence artificielle dans votre pays ? Quels sont ces domaines d'excellence dans les sciences et technologies utilisées pour l'IA ?

L'Institut d'automatique de l'Académie des sciences de Chine⁷ consacre de nombreux travaux à la robotique et à l'intelligence artificielle. Fondé en 1956, il est situé à Pékin et emploie 810 personnes. Il a notamment créé un fonds capital-risque doté de 1 Md CNY (140 millions EUR) dédié à l'intelligence artificielle. L'Académie des sciences de Chine supervise également d'autres Instituts d'automatique situés dans d'autres villes, notamment à Shenyang. A cela s'ajoute un grand nombre d'unités de recherche gérées par les universités.

Parmi les grands projets de recherche chinois, on peut également citer le « China Brain Project » dans les neurosciences, lancé en mars 2016 par l'Académie des sciences de Chine en collaboration avec plusieurs universités. Un certain nombre de ressources seront dédiées au développement de projets d'intelligence artificielle inspirés du cerveau humain.

3-Industrialisation

Quelle est la situation de l'industrie de l'intelligence artificielle dans votre pays ? Dans quelle mesure les acteurs économiques ont-ils intégré les technologies de l'intelligence artificielle dans leurs processus et produits ? Décrivez l'écosystème de startups qui proposent des produits et services basés sur l'IA ? Quelles sont les 5 à 10 jeunes entreprises innovantes les plus prometteuses ?

La fermeture progressive de l'Internet chinois au cours des années 2000 a favorisé l'émergence de champions nationaux, aujourd'hui de taille comparable aux grands groupes américains qui dominent au niveau mondial. Partant d'une activité bien identifiée (e-commerce pour Alibaba, moteur de recherche pour Baidu et messagerie pour Tencent), les « BAT » sont aujourd'hui tous engagés dans la construction d'écosystèmes englobant de nombreux types de services, notamment financiers. Ces géants du numérique chinois sont, à des degrés divers, investis dans des stratégies de recherche et développement liées à l'intelligence artificielle :

- **Baidu**, basé à Pékin, mène des recherches dans le domaine de l'apprentissage automatique (*machine learning*) et l'apprentissage profond (*deep learning*), avec le but de les appliquer à des domaines aussi divers que la médecine ou la finance. Selon le rapport annuel 2015 de Baidu, les dépenses de R&D du groupe ont représenté 15,4% du chiffre d'affaires du groupe cette année-là (10,2 sur 66,3 Md CNY, ou 1,4 Md sur 9,1 Md EUR). Fait intéressant, les dépenses de R&D ont connu un taux de croissance plus élevé que le chiffre d'affaires (46% contre 35%).
- **Alibaba** a lancé en août 2015 une plateforme, nommée *DT PAI*, qui doit permettre aux entreprises ayant des activités commerciales sur les sites du groupe d'accéder à un certain nombre de données des consommateurs et d'y développer des applications d'analyse des comportements ; cette plateforme est gérée par la filiale *cloud, Aliyun*, qui est un axe majeur de la diversification du groupe Alibaba. Au-delà de cette approche « collaborative », les dépenses de R&D propres à Alibaba ont représenté 11,6% du chiffre d'affaires du groupe en 2015.

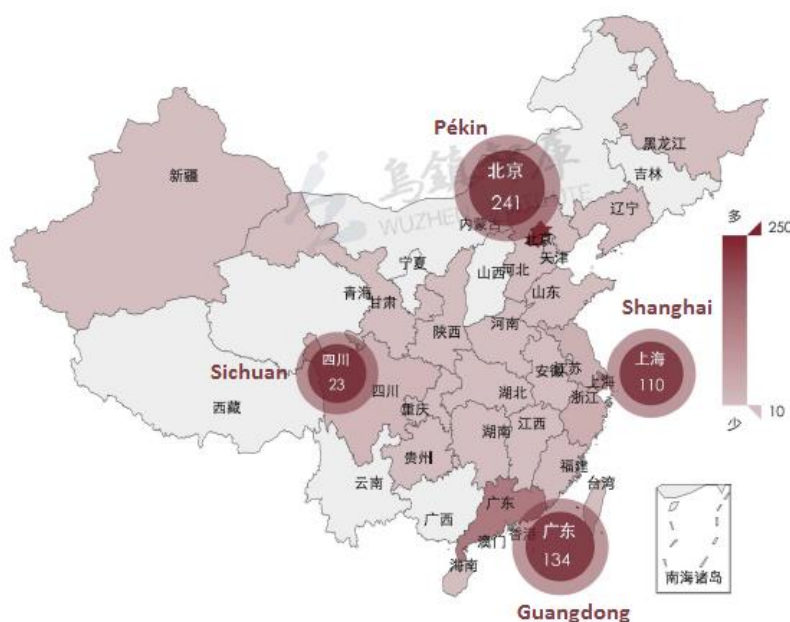
⁷ Principale autorité de la recherche académique chinoise, placée sous le contrôle direct du Conseil des affaires d'Etat, l'Académie des sciences de Chine est également à l'origine de nombreuses entreprises telles que Lenovo

- **Tencent** (connu pour ses messageries *WeChat* et *QQ*) a créé un laboratoire spécialement dédié à l'intelligence artificielle à Shenzhen en avril 2016, employant actuellement une trentaine de personnes qui travaillent notamment sur l'application de l'apprentissage artificiel au ciblage des publicités et des flux d'informations.

Les grands groupes des télécoms, comme **Huawei**, **ZTE** ou **Xiaomi** attachent également un intérêt grandissant à l'intelligence artificielle en raison du développement des activités liées aux objets connectés.

5 jeunes entreprises innovantes dans ce domaine :

- *iCarbonX* (<https://www.icarbonx.com/en/index.html>), spécialisée en apprentissage artificiel
- *DeepGlint* (<http://www.deepglint.com/en>) spécialisée en 3D Computer Vision et en apprentissage profond
- *CloudMinds* (<http://cloudminds.com/>) est un opérateur de l'intelligence artificielle et du robot.
- *Beijing Unisound Information Technology Co.,Ltd* (<http://www.unisound.com/>) est une entreprise qui focalise sur les services d'intelligence artificielle de l'Internet de l'objet.
- *AI Speech* se spécialise en interactif vocale des équipements intelligents.
- D'un point de vue géographique, les trois principaux « pôles » de l'intelligence artificielle semblent être, de loin, Pékin (et notamment le quartier de Zhongguancun), Shenzhen dans le Guangdong (centre de niveau mondial pour le *hardware*) et Shanghai.



Nombre d'entreprises du secteur de l'intelligence artificielle par province (source : Wuzhen institute⁸)

⁸ <http://sike.news.cn/hot/pdf/10.pdf>

4-Formation

Existe-t-il des formations adaptées (en nombre et en contenu) aux métiers technologiques liés à l'intelligence artificielle ? Si non, des mesures particulières ont-elles été mises en place ou envisagées pour garantir l'adéquation des formations avec les besoins futurs en techniciens, ingénieurs et autres métiers de l'intelligence artificielle ? Quel est le parcours des étudiants après leur formation ?

De nombreuses universités chinoises dispensent des cours et des programmes sur l'intelligence artificielle, plutôt de niveau master, dont notamment : l'Université *Tsinghua*, l'Université *Beida*, l'Université *Jiaotong* de Shanghai, l'Université du *Zhejiang*, l'Université *Fudan*, l'Université de Nankin, l'Université du Sud-Est, l'Institut de technologie de Harbin, l'Université *Jiaotong* de Xi'an, et la *Huazhong University of Science and Technology*

La formation des techniciens, et plus généralement la place de l'humain au sein de ces nouvelles technologies, semble par contre être un problème plus difficile à relever, les dispositifs de ce type étant peu répandus en Chine – le besoin d'expertise en matière de formation de techniciens est d'ailleurs régulièrement exprimé par les Chinois.

5-Soutien financier

De quelle manière la recherche académique en intelligence artificielle est-elle ou va-t-elle être soutenue ? Est-ce une initiative spécifique ou une partie d'une stratégie plus large (telle que le développement d'une industrie du futur par exemple) ? Quels sont les budgets annuels alloués à la recherche dans ce domaine et leur évolution prévisible ?

L'adoption du plan « Made in China 2025 » s'est accompagnée de la mise en œuvre de nombreux programmes de soutien à l'innovation lancés par les ministères de la planification (NDRC), de l'industrie (MIIT) ou encore des sciences (MOST) (appels à projets impliquant subventions et prêts bonifiés). Le MIIT publie ainsi chaque année une liste de plusieurs dizaines de projets pilotes pour la fabrication intelligente pouvant bénéficier de soutiens financiers publics (63 en 2016), chacun de ces projets ayant une définition thématique et une implantation géographique bien précise.

Ces dispositifs s'inscrivent cependant dans la trame des grands plans gouvernementaux « classiques » de soutien à l'innovation (et des mesures budgétaires les accompagnant), comme les plans TORCH ou 863 lancés dès les années 1980.

Indépendamment de ces mesures, les trois dernières années ont surtout été marquées par l'apparition sur l'impulsion de l'Etat de nombreux fonds d'investissement technologiques gérés dans une logique partenariale « public-privé ». Parmi les plus importants, touchant à l'électronique et à l'Internet, on peut notamment citer les fonds suivants :

- Fonds national pour l'industrie des semi-conducteurs : lancé en septembre 2014, capital évalué à 140 Md RMB (19 Md EUR) en juin 2016. Associe notamment Etat (MoF/MIIT), CDB, China Tobacco
- Fonds national pour la fabrication avancée : lancé en juin 2016 avec une dotation initiale de 20 Md RMB (2,7 Md EUR) Associe notamment Etat (NDRC/MoF/MIIT), State Development & Investment Corporation, ICBC
- Fonds pour l'investissement dans l'Internet : lancé en janvier 2017 avec une dotation initiale de 100 Md RMB. (13 Md EUR) Associe notamment Etat (MoF/Cyberespace administration of China), ICBC, CDB, Agricultural Bank of China
- Même s'il n'apparaît pas de ciblage spécifique sur le sujet de l'intelligence artificielle à ce stade, il est probable qu'un certain nombre de ressources seront affectées à ce secteur vu les priorités affichées dans le plan « Internet + » (cf.1)

6 - Lien recherche-industrie

De quelle manière le transfert de technologie entre la recherche académique et les entreprises technologiques est-il ou va-t-il être soutenu (incitations financières et fiscales, mise en relation, etc.) ? Est-ce une initiative spécifique ou une partie d'une stratégie plus large (telle que le développement d'une industrie du futur par exemple) ?

Le gouvernement chinois mène une planification ambitieuse mobilisant des moyens financiers importants, aussi bien dans le domaine des sciences et des technologies que dans celui de l'industrie. (cf. questions 1 et 5)

Le renforcement du lien entre la science et la recherche d'un côté et l'industrie et le marché de l'autre est une priorité plusieurs fois énoncée dans le 13^{ème} plan quinquennal (2016-2020) – ce qui, en creux, peut souligner les faiblesses actuelles du système d'innovation chinois...

7 – Incubateurs / soutien à l'innovation

Des mesures particulières de soutien au développement aux entreprises ont-elles été mises en place ou envisagées pour les entreprises spécialisées dans l'intelligence artificielle (incubateurs, dispositifs de financement et d'investissement dédiés) ?

Les jeunes entreprises du domaine de l'intelligence artificielle peuvent bénéficier des programmes généraux de soutien à l'innovation mis en place au niveau national et au niveau local (cf. question 5). On peut cependant mentionner l'incubateur *Beiren Yichuang*, fondé en octobre 2016 dans le quartier de Yizhuang à Pékin, qui se présente comme le premier incubateur dédié spécifiquement à l'industrie de l'intelligence artificielle et du robot⁹ (montants non précisés).

De manière bien plus générale, les investissements en Chine dans le domaine de l'intelligence artificielle semblent avoir considérablement augmenté ces dernières années.

Cette croissance se retrouve également au niveau des demandes de brevet, qui auraient augmenté de 186% dans le secteur de l'intelligence artificielle entre les périodes 2005-2009 et 2010-2014 selon un article de février 2017 du *Nikkei Asian Review*.

8- Adaptation

Comment est préparée l'adaptation des secteurs économiques touchés par l'intelligence artificielle aux bouleversements qu'elle induira ? En particulier, quelles mesures ont été prises ou envisagées dans le domaine de la formation ou de la sensibilisation des PME à ces technologies ?

L'attention des dirigeants d'entreprises chinois semble actuellement se concentrer davantage sur l'automatisation ou la robotisation basique des usines que sur le déploiement de l'intelligence artificielle, qui peut sembler représenter un stade bien plus lointain du développement technologique. Selon le rapport de McKinsey « *L'émergence des machines : l'intelligence artificielle dans les yeux des grands dirigeants chinois* »¹⁰, l'intelligence artificielle est le sujet le plus important sur le plan stratégique pour 11% des dirigeants d'entreprises interrogés, un sujet stratégique parmi d'autres pour 46% et un sujet non important pour les 43% restants.

Quant aux dirigeants politiques, leur attention sur les sujets liés à l'emploi semble actuellement davantage se porter sur les importantes pertes d'emplois liés aux politiques de réduction des surcapacités dans l'industrie lourde (acier, charbon).

⁹ <http://www.ceweekly.cn/2016/1027/168554.shtml>

¹⁰ Disponible en Chinois sur http://www.mckinsey.com.cn/wp-content/uploads/2016/12/McKinsey_The-rise-of-the-machines-CN.pdf

9 - Prospective

Quelles réflexions de plus long terme sont menées sur les impacts socioéconomiques, éthiques, politiques du développement de l'intelligence artificielle ? Quels impacts, positifs et négatifs, ont été identifiés ? Des actions publiques en la matière sont-elles d'ores et déjà envisagées ? Si oui, lesquelles et sous quelle forme (adaptation de la législation, auto- ou co-régulation avec les acteurs, négociations internationales) ?

L'Etat chinois possède un certain nombre de « *think-tanks* », le plus important d'entre eux étant le Centre de recherche et développement (*Development and research centre - DRC*) rapportant directement au Conseil des affaires d'Etat. Celui-ci s'est déjà penché sur le sujet de l'automatique ou de la robotisation, mais n'a pas à notre connaissance publié de rapport sur le sujet de l'intelligence artificielle de manière spécifique.

Le sujet des relations futures entre l'Homme et la machine intelligente occupe néanmoins une place non négligeable dans le débat public en Chine (le thème est peut-être moins susceptible d'être soumis directement à la censure gouvernementale que d'autres). L'informaticien et capital-risqueur Li Kaifu (ou Kai-Fu Lee), personnalité influente dans les médias et réseaux sociaux, a par exemple publié un texte intitulé « Quelles sont les menaces que fait peser l'intelligence artificielle sur l'humanité ? »¹¹ à l'occasion des victoires au jeu de go du programme AlphaGo de Google Deep Mind, qui avaient rencontré un fort écho médiatique en Chine.

10 – Action et coopération internationale

Quelle est l'implication de votre pays dans les grands projets (UE s'il y a lieu et internationaux) en Intelligence Artificielle ?

L'attitude de la Chine vis-à-vis de la coopération internationale dans le domaine de l'intelligence artificielle peut sembler ambivalente. La feuille de route triennale 2016-2018 sur l'intelligence artificielle mentionnée en 1/ appelle aussi bien à approfondir la coopération internationale avec les pays les plus avancés technologiquement qu'à pousser les entreprises chinoises à la conquête des marchés internationaux, notamment le long des « Nouvelles routes de la soie » (le nouveau grand dessein géopolitique du Président Xi)

¹¹« 人工智能对人类真正的威胁是什么 »

CORÉE

Q1/- Une initiative nationale spécifique sur l'intelligence artificielle a-t-elle été lancée ou envisagée ? Si oui, quelle forme prend-elle ? (rapport d'organismes spécialisés, consultation publique, etc.) Quel budget lui a été affecté ?

Le ministère de la Science, des TIC et de la planification du futur (MSIP) a piloté la préparation d'un « plan d'action national pour une société de l'intelligence et de l'information à moyen et long termes », rendu public en décembre 2016 ; ce plan fait partie de la volonté de la Corée de s'inscrire dans une « 4^e révolution industrielle ». Ce plan fait suite au constat que l'IA est un secteur de croissance et que la concurrence internationale y est désormais féroce. Selon le rapport de McKinsey¹², l'impact économique de l'IA s'élèverait entre 5 200 milliards et 6 700 milliards USD en 2025.

Ce plan d'action de la Corée, souligne, en introduction que plusieurs pays se sont d'ores et déjà engagés activement dans le renforcement de leurs compétences sur l'IA (USA : Smart America, Allemagne : Industry 4.0, Japon : Japan is back, New Robot Strategy, Chine : Made in China 2025, Internet Plus et que de grandes entreprises mondiales ont déjà réalisé des investissements importants ou ont déjà conduit rapidement des fusions-acquisitions dans le domaine de l'IA (IBM a investi 1 Md USD au développement de Watson ; Toyota a versé 1 Md USD dans un institut de recherche dédié à l'IA ; Google a dépensé 28 Md USD sur 14 ans en investissement et en M&A ; Baidu a investi 300 M USD dans un institut de recherche de deep learning.

Pour l'élaboration de son plan d'action, le gouvernement sud-coréen a mis en place un comité consultatif public-privé, et a organisé des phases de consultation publique avec la participation d'experts privés, du grand public. Dix ministères ont contribué à ce plan et McKinsey a servi de consultant. Ce plan se base sur une définition de l'IA qui englobe à la fois l'intelligence et l'information, c'est-à-dire à la fois l'intelligence artificielle et l'ICBM (IoT, Cloud Computing, Big Data, Mobile) ; l'objectif général est de conduire les évolutions technologiques, industrielles et sociales à l'horizon 2030. Ce plan ne prévoit pas un budget spécifique pour sa mise en œuvre.

Afin de soutenir les trois grands moteurs de croissance de l'avenir (intelligence artificielle, réalité virtuelle et Fintech), le MSIP a annoncé récemment qu'une loi spécifique est en préparation pour être publiée d'ici la fin de cette année. Il s'agit de modifier la loi existante sur les technologies de l'information et de l'intelligence, avec un rajout de la définition du secteur de l'IA de la protection des droits d'auteur sur les données. De plus, les questions de sécurité liées à l'intelligence artificielle, la définition de la responsabilité juridique (en cas de hacking par exemple) ainsi que les questions d'éthique liées au développement technologique seront pris en compte dans cette loi.

Le budget alloué en 2016 à la R&D en intelligence artificielle et en information (logiciel d'IA, technologies fondamentale et originale, formation) est de 0,7 % du budget national de R&D, soit 118 M USD sur un budget national R&D de 16,6 Md USD.

¹² Disruptive technologies, 2013

Q2/- Quelle est la situation de la recherche académique sur l'intelligence artificielle dans votre pays ? Quels sont ces domaines d'excellence dans les sciences et technologies utilisées pour l'IA ?

Plusieurs universités et centres de recherche se consacrent à des études de sciences fondamentales (sciences du cerveau, mathématique industrielle) et de sciences appliquées (IA, logiciels, super computing, processeurs mémoire, big data, cloud, IoT). Quelques 200 thèses sur l'intelligence artificielle sont déposées à la bibliothèque nationale de Corée à la fin de l'année 2016.

Suite au constat que des pays développés s'investissent dans des initiatives proches de la 4^e révolution industrielle (USA : Brain Initiative / Europe : HBP), le MSIP a publié en mai 2016 un document stratégique sur les sciences du cerveau. L'objectif est d'atteindre 90% de la capacité scientifique des pays développés, en particulier dans le domaine de l'intelligence artificielle et l'édition génomique.

Ce document stratégique prévoit 3 phases :

- 1^e phase (2017-2020) : développement des techniques de la cartographie du cerveau ;
- 2^e phase (2020-2023) : élaboration d'une cartographie du cerveau adaptée à la population coréenne, notamment d'une cartographie des fonctions supérieures du cerveau et de celle des maladies dégénératives ;
- 3^e phase (2023-2027) : essais cliniques, commercialisation du système de dépistage des maladies dégénératives du cerveau, commercialisation des traitements et équipements, contribution au développement de l'intelligence artificielle.

Le MSIP prévoit 165 M USD pour le budget des 1^e et 2^e phases tandis que celui de la 3^e phase n'est pas encore prévu. Selon le MSIP, la mise en œuvre de ce document nécessitera en tout 296 M USD.

Q3/- Quelle est la situation de l'industrie de l'intelligence artificielle dans votre pays ? Dans quelle mesure les acteurs économiques ont-ils intégré les technologies de l'intelligence artificielle dans leurs processus et produits ? Décrivez l'écosystème de startups qui proposent des produits et services basé sur l'IA ? Quelles sont les 5 à 10 jeunes entreprises innovantes les plus prometteuses ?

L'impact de l'IA et des technologies de l'information numérique pour l'économie sud-coréenne s'élèverait au maximum à 406 Md USD en 2030, selon McKinsey. Partant du constat de l'importance de l'IA, les acteurs économiques commencent à intégrer ces technologies et les R&D s'intensifient au niveau des entreprises privées afin de développer des produits et services basés sur l'IA.

Les principaux opérateurs de télécommunications, SK Telecom, KT et LG U+, se sont lancés dans le développement de l'assistant personnel intelligent¹³. La principale entreprise de l'internet coréen, Naver, a lancé un groupe de travail « J-Team » et y consacre 26,1 M USD pour le développement d'un assistant intelligent ; Kakao, entreprise spécialisée dans les services internet, vient de créer une filiale « Kakao Brain » pour se lancer sur l'IA. Samsung Electronics de son côté a racheté fin 2016 la startup de Silicon Valley « Viv Labs ».

Quant aux startups, l'écosystème de TIC est activement soutenu par le gouvernement (Startup Campus et les CCEI¹⁴ du MSIP / incubateurs TIPS Town du MOTIE¹⁵ / CEL du MCST¹⁶) notamment en termes de financement, de logistique, de consulting, de mentoring, et de conseil juridique ; l'internationalisation de l'écosystème coréen et

¹³ NUGU de SK Telecom et GiGA Genie de KT

¹⁴ Installés dans les différentes régions en Corée, les 17 centres innovants pour l'économie créative sont adossés chacun à un grand groupe coréen, doté d'un ou plusieurs domaines d'expertise afin de promouvoir les PME et les startups locales en dynamisant l'économie régionale.

¹⁵ Ministère du Commerce, de l'Industrie et de l'Energie

¹⁶ Ministère de la Culture, des Sports et du Tourisme

de ses startups figure parmi les priorités. Par ailleurs, Korea Startup Ecosystem Forum¹⁷ prévoit de publier son 2^e livre blanc sur l'écosystème de startups en 2017, traitant en particulier des startups d'IA.

Jeunes entreprises prometteuses

- Minds Lab : ses services de VOC (voice of customer) de haute performance ont pénétré le marché américain et son chatbot portable connaît également un grand succès. 2,7 M USD de CA réalisé et 6,1 M USD d'investissements levés en 2016.
- Lunit : avec sa technologie de reconnaissance d'image et de deep learning, la startup est présente non seulement dans le secteur de la mode mais surtout dans l'industrie médicale (diagnostic différentiel utilisant les rayons X). Lunit est la seule startup coréenne à figurer sur la liste « AI 100 » d'après l'étude réalisée par CB Insights. Elle se place au 11^e rang des startups de la santé et 7^e rang des startups d'IA médicale.
- SaltLux : plateforme d'intelligence artificielle « ADAMs » automatise une vaste gamme de services informatiques pour des institutions bancaires, des hôpitaux ou des centres commerciaux. Elle travaille avec les principales banques coréennes et elle envisage de se faire coter en bourse en 2018.
- Diquet : traitement automatique du langage naturel.
- Vuno : analyse de data médical en utilisant la technologie de deep learning. Son système réduit considérablement le temps de diagnostic, permet un diagnostic précoce et augmente la précision par le recours aux big data.

Q4/- Existe-t-il des formations adaptées (en nombre et en contenu) aux métiers technologiques liés à l'intelligence artificielle ? Si non, des mesures particulières ont-elles été mises en place ou envisagées pour garantir l'adéquation des formations avec les besoins futurs en techniciens, ingénieurs et autres métiers de l'intelligence artificielle ? Quel est le parcours des étudiants après leur formation ?

En octobre 2016 le gouvernement coréen a publié le « plan de formation professionnelle pour préparer la 4^e révolution industrielle » portant sur les emplois liés à l'IA, l'IoT et les big data. Les secteurs d'intelligence artificielle et d'information numérique, qui sont considérés comme des secteurs créateurs d'emploi feront désormais partie des mesures de soutien de niveau national¹⁸, avec un effort particulier sur les formations d'IA

Dans le cadre de l'éducation supérieure, le gouvernement vise à sélectionner 20 universités spécialisées dans le développement de logiciels d'ici 2019 afin de former quelques 60 000 experts. Un budget de 17,4 M USD est alloué en 2017 à la formation des experts de niveau master/docteur pour les drones/véhicules du futur/usines intelligentes avec pour objectif de diplômer 3 000 experts master/docteur par an.

L'évolution du système éducatif autour du principe « STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts & Mathematics) », initiative de la part du ministère de l'éducation, donnera lieu à la formation de 5 000 jeunes talents de l'intelligence artificielle et de l'information numérique par an à partir de l'année 2020. En parallèle, un programme intensif sera mis en place entre l'enseignement universitaire et supérieur, l'industrie et les instituts de recherche pour des bourses pour former des experts qualifiés, et les meilleurs centres d'étude feront l'objet de soutien (financement, appui en ressources humaines pour des recrutements d'enseignants étrangers, soutien en infrastructures de recherche) pendant 10 ans.

¹⁷ Inauguré en mars 2016 dans le but de faire connaître l'écosystème coréen de startups au monde, le KSEF regroupe les acteurs principaux de startups ; K-ICT Born2Global Center, Google Campus Seoul, National IT Industry Promotion Agency, Startup Alliance et Venture Square en tant que membre. Le premier livre blanc portant sur l'écosystème de startups a été publié en novembre 2016.

¹⁸ Un système de formation professionnelle intensifié existe pour permettre aux chercheurs d'emploi d'apprendre à travailler dans des grandes industries et des industries stratégiques.

Q5/- De quelle manière la recherche académique en intelligence artificielle est-elle ou va-t-elle être soutenue ? Est-ce une initiative spécifique ou une partie d'une stratégie plus large (telle que le développement d'une industrie du futur par exemple) ? Quels sont les budgets annuels alloués à la recherche dans ce domaine et leur évolution prévisible ?

L'objectif est que les investissements dans la R&D permettent à la Corée de prendre des positions avantageuses dans des technologies d'IA à même de s'adapter rapidement et de générer rapidement des savoirs. Les modes de recherche seront adaptés selon les secteurs.

- Sciences fondamentales : investissement à long terme notamment dans les sciences du cerveau et la mathématique industrielle. Ces recherches seront menées principalement par des centres d'étude universitaires et afin d'assurer l'autonomie et la continuité de ces recherches, leur évaluation ne sera conduite qu'au bout de trois ans.
- Technologies d'origine : objectif fixé en fonction du niveau de maturité technologique des secteurs
 - IA – rattrapage du gap technologique d'ici 2023
 - Matériel informatique – R&D pour le computing à ultra haute capacité, pour les processeurs mémoire (PIM), pour le quantum computing et les puces neuromorphiques
 - ICBM – développement de l'IoT intelligent autonome, de la technologie de cloud computing à haute performance, etc.
- Technologies appliquées : promotion des technologies utilisables dans défense nationale, sécurité publique, bien-être social et culture afin d'encourager éventuellement le développement des technologies innovantes du secteur privé.

Q6/- De quelle manière le transfert de technologie entre la recherche académique et les entreprises technologiques est-il ou va-t-il être soutenu (incitations financières et fiscales, mise en relation, etc.) ? Est-ce une initiative spécifique ou une partie d'une stratégie plus large (telle que le développement d'une industrie du futur par exemple) ?

Pour favoriser le transfert de technologie entre la recherche et les entreprises, le MSIP organise chaque année un séminaire sur le transfert technologique et les brevets réunissant les instituts/universités et les PME. Notamment une agence de recherche du MSIP, IITP (Institute for Information & communications Technology Promotion), a identifié 127 technologies brevetées parmi les 1 375 brevets de centres de recherche pour les transférer aux entreprises privées et a accompagné ces entreprises pour la commercialisation de ces nouvelles technologies.

Pour favoriser les applications technologiques recourant à l'IA au sein des entreprises, le plan d'action coréen, prévoit que les big data collectées par la R&D nationale seront rendus publics et partageables entre l'industrie, l'université et les instituts de recherche. Le plan prévoit aussi que les ministères et les gouvernements locaux créeront les bancs d'essai dédiés aux services intelligents liés à la ville, pour la robotique et les véhicules autonomes, utilisables à la fois par la recherche académique et les entreprises, et les résultats de ces essais seront rendus accessibles aux PME et startups. Le cadre réglementaire sera modifié afin de lever les barrières juridiques qui pourraient entraver le développement de ces technologies et leur diffusion.

Q7/- Des mesures particulières de soutien au développement aux entreprises ont-elles été mises en place ou envisagées pour les entreprises spécialisées dans l'intelligence artificielle (incubateurs, dispositifs de financement et d'investissement dédiés) ?

Un fonds dédié aux technologies d'intelligence artificielle et d'information numérique, de l'ordre de 90 M USD par an est en projet afin de soutenir les PME et les startups se basant sur l'IA, l'information numérique et les data. Des concours et des programmes pour les startups d'IA seront initiés au cours de l'année principalement par le MSIP. Des mesures seront prochainement prises par le gouvernement, pour que les startups puissent avoir un libre accès aux infrastructures (outils, équipements, main d'œuvre) des établissements publics. Un écosystème favorable au développement des PME/startups d'IA sera créé au sein d'une ICT Valley réunissant le Startup Campus + le CCEI de la province de Gyeonggi adossé à KT + des centres de recherche universitaires de l'IT + la Pangyo Valley¹⁹ 1) ; un Hub de l'IA sera créé, réunissant plus largement des entreprises de l'IA et le projet de Pangyo Valley 2).

Les principaux incubateurs organisent des événements pour les startups sur le thème de l'IA et proposent des programmes d'accélération spécifiques. Le CCEI de la province de Gangwon, adossé à Naver, est spécialisé dans les big data et le cloud sourcing et offre des programmes de formation professionnelle avec pour but de former des experts capables de développer des processus d'IA dans des structures.

Q8/- Comment est préparée l'adaptation des secteurs économiques touchés par l'intelligence artificielle aux bouleversements qu'elle induira ? En particulier, quelles mesures ont été prises ou envisagées dans le domaine de la formation ou de la sensibilisation des PME à ces technologies ?

Le gouvernement coréen est attentif au développement de l'IA, en analysant l'offre et la demande de main d'œuvre dans chaque secteur et en mettant en place des formations professionnelles pour les acteurs économiques concernés. Le nombre de bénéficiaires des services (consulting, formation, etc.) favorisant le changement de métier des salariés de PME devrait passer de 4 000 en 2016 à 6 000 en 2017, notamment via des programmes de formation sur la création d'entreprise et aux métiers dans les secteurs des big data, IA, RV qui seront multipliés

Q9/- Quelles réflexions de plus long terme sont menées sur les impacts socioéconomiques, éthiques, politiques du développement de l'intelligence artificielle ? Quels impacts, positifs et négatifs, ont été identifiés ? Des actions publiques en la matière sont-elles d'ores et déjà envisagées ? Si oui, lesquelles et sous quelle forme (adaptation de la législation, auto- ou co-régulation avec les acteurs, négociations internationales) ?

Si la Corée du Sud est restée au premier rang pendant deux années consécutives (2015 et 2016) dans le classement de l'indice de développement des TIC publié par l'UIT (union internationale des télécommunications, ITU), elle n'occupe que le 25^e rang en termes d'adaptation à la 4^e révolution industrielle, selon la banque suisse UBS qui a publié son rapport lors du forum de Davos de 2016. Suite à cela, le gouvernement coréen a pris conscience de la nécessité de prendre des mesures. C'est l'une des raisons qui a conduit à l'élaboration du « plan d'action national pour une société de l'intelligence et de l'information à moyen et long termes ». Les principales réflexions de ce plan sur l'impact de l'IA portent sur :

- Changements dans l'industrie : les data et la connaissance deviennent les éléments les plus importants, la plateforme d'intelligence et d'information doivent être ouvertes et accessibles à un public de masse,

¹⁹ Situé au Sud de Séoul, Pangyo Valley est un pôle de compétitivité de l'innovation regroupant les entreprises (grands groupes, PME, startups) et les instituts de recherche spécialisés dans IT/BT/CT/NT.

les entreprises de TIC doivent élargir leurs champs de compétitivité²⁰, dynamiser le marché de data et conquérir les marchés plus vite.

- Emploi : la bipolarisation du marché du travail, la valorisation du travail créatif et émotionnel, l'augmentation du nombre de travailleurs indépendants et d'emploi de court terme. Afin de faire face à l'évolution des modes de travail, de nouveaux modèles de contrat de travail, d'indemnisation de chômage et d'assurance du travail sont en projet pour cette année.
- Modes de vie : en positif sont mentionnés les barrières linguistiques enlevées, la qualité des services médicaux améliorée, le coût de soins médicaux diminué, une meilleure sécurité et défense nationales, moins d'accidents routiers, une couverture sociale plus complète mais aussi en négatif la bipolarisation économique, les violations de la vie privée, des problèmes liés au hacking.
- Effets économiques : le détail de l'impact total de l'IA pour l'économie sud-coréenne s'élevant au maximum 406 Md USD en 2030, est le suivant :
 - nouveaux secteurs : + 8,7 Md USD pour des services marketing grâce aux data / + 26 Md USD dans l'industrie robotique ;
 - Réduction des dépenses : - 47,9 Md USD grâce au diagnostic médical amélioré / - 13,8 Md USD gagnés en optimisation des processus de fabrication ;
 - services sociaux : gains de + 8,7 Md USD car moins d'accidents routiers / gain de + 6,6 Md USD en raison de la qualité de l'air améliorée / gain de + 8,7 Md USD par une santé publique améliorée, etc. ;
 - emploi : si 100 % des technologies d'automatisation actuellement en cours de diffusion étaient appliquées en 2030, environ 50% des travaux actuellement accomplis manuellement pourront être automatisés. A l'horizon 2030, 800 000 nouveaux emplois seront créés dans le domaine de l'IA (ingénieur de logiciel, scientifiques sur les data, etc.).
- Éthique : l'adoption d'une charte éthique sur l'IA 'intelligence et l'information numérique est prévue pour 2018 afin d'anticiper au mieux les cas de mauvaise utilisation ou d'abus des technologies concernées, en créant des critères éthiques pour les développeurs et les utilisateurs. Déjà la préparation de la loi fondamentale sur l'IA et l'information numérique fait l'objet de discussions acharnées lors des réunions gouvernementales ou parlementaires.

Q10/- Quelle est l'implication de votre pays dans les grands projets (UE s'il y a lieu et internationaux) en Intelligence Artificielle ?

En ce moment la Corée n'est pas impliquée dans les grands projets au niveau international, et cherche plutôt à nouer éventuellement des partenariats avec des pays étrangers, notamment européens.

²⁰ Eg. Le géant du web Google se lance dans le développement de véhicule autonome

Commentaires éventuels du pays questionné :

La victoire de la machine « AlphaGo » sur le champion du monde de jeu de go, Lee Sedol, a frappé la Corée d'étonnement en mars 2016. Les gens ont parlé même d'un « choc AlphaGo », les acteurs publics et privés se sont mis dès lors sérieusement au développement de la technologie d'intelligence artificielle. Le gouvernement coréen a pris conscience de son retard, notamment par rapport aux entreprises internationales comme Google, Facebook, IBM, Microsoft et Apple s'étant d'ores et déjà impliquées dans le développement d'IA, et les pays avancés comme les Etats-Unis, l'Angleterre, le Japon et la Chine disposant d'un système de soutien aux PME et startup d'IA. On estime que la Corée a pris 2-3 ans de retard en la matière.

« Secoué » par AlphaGo, le gouvernement sud-coréen s'est dépêché de faire un bilan de la situation, d'analyser l'impact de l'évolution vers une société d'intelligence et d'information et de concevoir des mesures concrètes afin de rattraper son retard par rapport aux pays avancés en IA. Le « plan d'action national pour une société de l'intelligence et de l'information à moyen et long termes » est là pour servir de base pour des dispositions économiques, sociales, académique et éthique pour le développement d'IA en Corée.

ÉTATS-UNIS

Q1/- Une initiative nationale spécifique sur l'intelligence artificielle a –t-elle été lancée ou envisagée ? Si oui, quelle forme prend-elle ? (rapport d'organismes spécialisés, consultation publique, etc.) Quel budget lui a été affecté ?

Plusieurs initiatives ont été prises au niveau fédéral par les États-Unis dans le domaine de l'intelligence artificielle :

- la Maison blanche a publié en octobre 2016 un rapport sur l'IA ayant pour objet des recommandations pour l'administration fédérale (une synthèse est jointe en annexe 1) lançant ainsi, un plan national de recherche et de développement stratégique pour l'intelligence artificielle ;
- la Maison blanche a créé dans ce cadre un sous-comité de la National Science Technology Council (NSTC) dédié à l'intelligence artificielle et l'apprentissage automatique.

Q2/- Quelle est la situation de la recherche académique sur l'intelligence artificielle dans votre pays ? Quels sont ces domaines d'excellence dans les sciences et technologies utilisées pour l'IA ?

La recherche académique est principalement menée en partenariat avec des grands groupes de la Tech, dont Google, Facebook, Amazon, Microsoft, IBM autour du *Partnership on AI to Benefit People and Society*.

Le MIT et Harvard ont créé, avec des entreprises de la Tech telles que LinkedIn et Ebay, en association avec la Knight Foundation, un fonds de 27 millions USD dénommé « Ethics and Governance of Artificial Intelligence », qui soutient le développement mondial d'une IA éthique pour l'intérêt public avec un soutien spécifique à l'éducation.

De nombreux domaines comme la santé, le militaire/défense, la finance, les transports ont recours à l'IA ou la développent pour améliorer leurs systèmes de production et de distribution.

Dans le domaine de la santé, l'IA est de plus en plus utilisée. Ainsi, la Food and Drug Administration utilise depuis 2009 un outil de collecte des données de facturation des actes médicaux qui concernent 125 millions de patients. Les hôpitaux ont pour leur part de plus en plus à l'AI pour améliorer la prise en charge des patients, établir des diagnostics et pour avoir accès à des bases de données qui recensent symptômes et résultats d'analyse. La clinique de Cleveland utilise ainsi Watson, la plateforme d'intelligence artificielle d'IBM.

Dans le secteur de la défense, l'armée américaine est l'un des premiers investisseurs dans la recherche liée à l'AI et les domaines de la robotique et de la cyber sécurité, ils ont créé le Mind's Eye, un système d'intelligence visuelle fondé par l'Agence de Recherche Avancée dans le secteur de la Défense (DARPA)

Ce projet a été mené par 12 universités et laboratoires de recherche comme le MIT, l'Université de Californie Berkeley, l'Université de l'État du Colorado, Co57 Systems Inc ou encore l'organisation Néerlandaise pour la recherche scientifique appliquée TNO.

Dans le secteur Tech, les entreprises ont intégré l'intelligence artificielle dans les procédés de production et la logistique (optimisation des stocks, des trajets), les prévisions de ventes et développent rapidement dans les domaines liés aux ressources humaines (recrutement, optimisation de la ressource, détection des comportements à risques).

L'IA est également massivement utilisée pour le ciblage publicitaire ou le marketing des entreprises de vente en ligne. Les algorithmes d'intelligence artificielle pilotent l'envoi d'emails publicitaires ou promotionnels automatiquement avec un contenu et une heure d'envoi adaptés à chaque utilisateur.

Q3/- Quelle est la situation de l'industrie de l'intelligence artificielle dans votre pays ? Dans quelle mesure les acteurs économiques ont-ils intégré les technologies de l'intelligence artificielle dans leurs processus et produits ? Décrivez l'écosystème de startups qui proposent des produits et services basé sur l'IA ? Quelles sont les 5 à 10 jeunes entreprises innovantes les plus prometteuses ?

Les revenus générés par l'intelligence artificielle devraient fortement progresser en Amérique du Nord, de 1000 milliards USD en 2019 à 3000 milliards USD en 2024 selon Tractica, une entreprise en conseil dans les technologies. En 2016, l'entreprise IBM reste en tête de classement des entreprises américaines en termes de dépôts de brevets (2700) dans le domaine de l'intelligence artificielle. Ford a annoncé le 13 février investir 1 milliard USD dans la startup Argo AI, une entreprise spécialisée dans les véhicules autonomes.

Depuis quelques années, l'investissement en capital risque dans l'IA progresse régulièrement. Il a atteint près de 5 Mds USD dans le monde en 2016.

Les États-Unis ont représenté près des 2/3 de ces investissements en capital-risque dans le domaine de l'intelligence artificielle. Cette proportion est en baisse par rapport à 2012 lorsque 80 % des investissements en capital-risque en IA se faisaient dans des startups américaines.

L'industrie de l'IA est en fort développement aux États-Unis : l'ensemble des entreprises technologiques utilisent l'IA pour optimiser leurs processus métier ou leurs produits. La demande en ingénieurs spécialisés dans ces domaines est aujourd'hui très forte et conduit à une pénurie de talents pour les métiers de *data scientist*, *data engineer* et *business analysts*.

L'intégralité des startups utilisent des algorithmes d'IA. Voici quelques exemples d'utilisation de l'IA pour 5 startups américaines majeures (en termes de valorisation) non cotées :

- Uber, 68 Mds USD de valorisation : algorithme d'appariement client/chauffeur, optimisation du trajet, fixation du prix de la course, estimation du temps de trajet
- Airbnb, 30 Mds USD : choix des annonces à afficher, optimisation du prix suggéré au loueur, détection de la fraude
- Palantir, 20 Mds USD : l'IA est au cœur de l'ensemble des produits d'analyse de données proposés par cette entreprise
- Snapchat, 18 Mds USD : reconnaissance d'image pour les filtres de réalité augmentée, ciblage publicitaire
- Pinterest, 11 Mds USD : choix du contenu à afficher pour chaque utilisateur, ciblage publicitaire

Q4/- Existe-t-il des formations adaptées (en nombre et en contenu) aux métiers technologiques liés à l'intelligence artificielle ? Si non, des mesures particulières ont-elles été mises en place ou envisagées pour garantir l'adéquation des formations avec les besoins futurs en techniciens, ingénieurs et autres métiers de l'intelligence artificielle ? Quel est le parcours des étudiants après leur formation ?

D'autres universités comme Harvard ou Stanford proposent des cours liées à l'IA dans le cadre de formation aux sciences informatiques. Les étudiants après leurs études liées à l'intelligence artificielle deviennent ingénieurs, répondant à une forte demande des entreprises.

On compte environ une cinquantaine d'universités américaines réparties sur l'ensemble du territoire qui proposent une formation liée directement ou indirectement à l'intelligence artificielle.

L'Université du Maryland propose une formation très complète sur l'intelligence artificielle.

La formation propose des cours de :

- Introduction à l'intelligence artificielle
- Résolution de problème par la logique
- Raisonnement atone
- Langage informatique
- Apprentissage automatique
- Neural modeling
- Exploration de données

D'autres universités comme Harvard ou Stanford proposent des cours liées à l'IA dans le cadre de formation aux sciences informatiques. Les étudiants après leurs études liées à l'intelligence artificielle deviennent ingénieurs, répondant à une forte demande des entreprises. L'institut de technologie des États de Californie et de Géorgie propose des MOOC sur l'apprentissage automatique et l'IA dans la robotique.

<http://work.caltech.edu/telecourse.html>

Q5/- De quelle manière la recherche académique en intelligence artificielle est-elle ou va-t-elle être soutenue ? Est-ce une initiative spécifique ou une partie d'une stratégie plus large (telle que le développement d'une industrie du futur par exemple) ? Quels sont les budgets annuels alloués à la recherche dans ce domaine et leur évolution prévisible ?

Le rapport de la Maison Blanche préconise de développer un cadre stratégique d'implémentation des efforts de R&D en IA pour identifier des opportunités scientifiques et technologiques nouvelles et assurer la coordination effective des investissements de recherche. Les agences fédérales devront collaborer au travers du *Networking and Information Technology Research and Development Program* afin de produire ce cadre, leur permettant ensuite de planifier, coordonner et exécuter ce plan. Un groupe inter-agences devrait par ailleurs être mis en place dans ce but. Aucune initiative ne s'inscrit à notre connaissance dans une stratégie plus large de type « industrie du futur ».

En 2015, le gouvernement a investi 1,1 milliard USD en recherche et développement dans des technologies liées à l'intelligence artificielle. Le gouvernement prévoit d'augmenter les financements de la recherche fondamentale et la recherche de long terme, généralement moins soutenues par le secteur privé. Les politiques publiques doivent veiller à ce que des applications de l'IA soient développées pour le secteur privé et pour le secteur public, afin de s'assurer que l'IA bénéficie à la société dans son ensemble.

Q6/- De quelle manière le transfert de technologie entre la recherche académique et les entreprises technologiques est-il ou va-t-il être soutenu (incitations financières et fiscales, mise en relation, etc.) ? Est-ce une initiative spécifique ou une partie d'une stratégie plus large (telle que le développement d'une industrie du futur par exemple) ?

L'Etat fédéral prévoit de soutenir particulièrement l'innovation dans l'IA à long-terme et à haut risques. Le développement de clusters technologiques (universités, incubateurs de startups, grands groupes de la tech) comme le préconise l'*Information Technology and Innovation Foundation* dans son rapport « *Localizing the economic impact of research and development : policy proposals for the Trump administration and Congress* » permettrait un meilleur transfert de technologie entre les universités et les entreprises.

Q7/- Des mesures particulières de soutien au développement aux entreprises ont-elles été mises en place ou envisagées pour les entreprises spécialisées dans l'intelligence artificielle (incubateurs, dispositifs de financement et d'investissement dédiés) ?

Le rapport de la NSTC recommande le développement d'un Open Data de l'intelligence artificielle afin de permettre à tous les acteurs, publics et privés, de mettre l'IA à la disposition de la société. Le rapport recommande également d'inciter les agences fédérales à coopérer pour développer et utiliser l'intelligence artificielle.

Q8/- Comment est préparée l'adaptation des secteurs économiques touchés par l'intelligence artificielle aux bouleversements qu'elle induira ? En particulier, quelles mesures ont été prises ou envisagées dans le domaine de la formation ou de la sensibilisation des PME à ces technologies ?

Une étude de Forrester Research prévoit que d'ici 2025 l'intelligence artificielle pourrait occuper jusqu'à 6% des emplois actuels aux États-Unis (soit 7 millions d'emplois). Dans un premier temps, l'IA devrait consister à l'automatisation de tâches que l'on ne pouvait automatiser auparavant pour améliorer la productivité, tout en protégeant la santé des travailleurs (les termes régulièrement employés sont l'équité, la sûreté et la gouvernance).

Q9/- Quelles réflexions de plus long terme sont menées sur les impacts socioéconomiques, éthiques, politiques du développement de l'intelligence artificielle ? Quels impacts, positifs et négatifs, ont été identifiés ? Des actions publiques en la matière sont-elles d'ores et déjà envisagées ? Si oui, lesquelles et sous quelle forme (adaptation de la législation, auto- ou co-régulation avec les acteurs, négociations internationales) ?

Le rapport de la NSTC pointe le risque d'un effet négatif de l'IA sur les emplois à bas salaires, car ils seraient les premiers à être automatisés et à plus long terme sur les emplois plus qualifiés. Le rapport montre l'importance de développer l'IA comme un complément aux emplois existants.

L'IA soulève aussi des questions sur la justice, l'éthique et la sécurité. Ce rapport estime qu'il n'existe pas encore de solutions concrètes à apporter à ces difficultés prévisibles. Les écoles et universités devraient intégrer des cours d'éthique, de sécurité, sûreté et protection de la vie privée dans les cursus d'IA, les sciences informatiques et les sciences des données.

La défense américaine utilise régulièrement les logiciels d'IA. Les autorités veillent à respecter les lois internationales et travaillent en étroite coopération avec leurs alliés. Les États-Unis ont ainsi activement participé à des discussions internationales sur les « Lethal Autonomous Weapon Systems ».

Avec le développement de l'IA dans les transports et ses applications dans les véhicules autonomes, le rapport préconise la mise en place de mesures de sécurité par le Département du Transport, en concertation avec les acteurs industriels et les chercheurs.

Des organisations sans but lucratif se créent comme l'institut OpenAI qui a pour mission de créer des systèmes d'IA de confiance bénéfique au plus grand nombre en travaillant en partenariat avec différentes entreprises.

Q10/- Quelle est l'implication de votre pays dans les grands projets (UE s'il y a lieu et internationaux) en Intelligence Artificielle ?

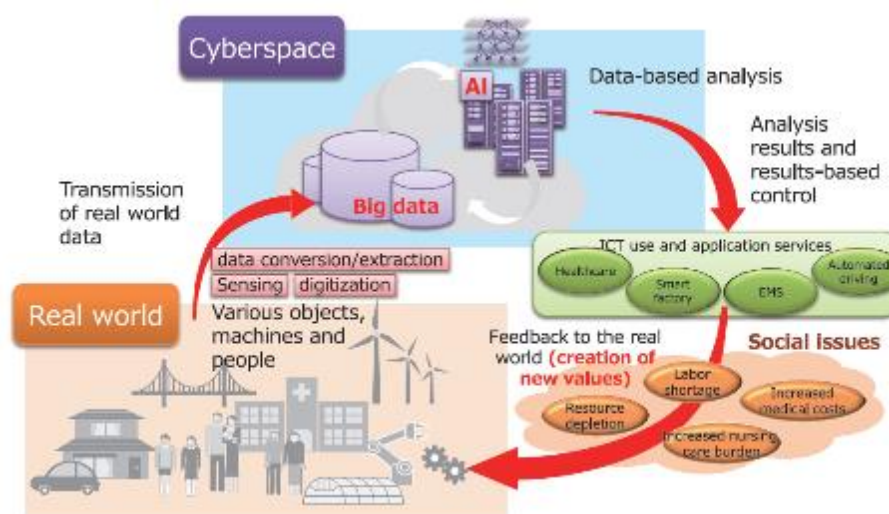
Du côté du secteur privé, on observe un mouvement d'acquisitions de nombreuses startups britanniques et canadiennes spécialisées dans l'IA par les grands groupes américains de la « tech ». Selon le rapport du NSTC, le gouvernement américain devrait développer une stratégie de développement de l'IA à l'international et définir une liste des domaines de l'IA qui demandent un engagement et un encadrement international, sans plus de précisions.

JAPON

Q1/- Une initiative nationale spécifique sur l'intelligence artificielle a-t-elle été lancée ou envisagée ? Si oui, quelle forme prend-elle ? (rapport d'organismes spécialisés, consultation publique, etc.) Quel budget lui a été affecté ?

Le développement des technologies basées sur l'IA a été intégré dans plusieurs initiatives gouvernementales prenant principalement la forme de groupes de travail et comités. L'IA est en effet considérée par le gouvernement japonais comme l'un des trois piliers du développement des TICs (Technologies de l'Information et des Communications), avec l'IoT et les Big Data et comme un élément indispensable à la création d'un écosystème caractérisé par une Industrie du Futur et une société 5.0 super-intelligente et entièrement connectée (cf Figure 1). Le Cabinet Office a ainsi intégré le développement de l'IA dans sa stratégie de croissance « Japan Revitalization Strategy 2016 », qui correspond à la troisième « flèche » des Abenomics²¹. Cela s'est également traduit par l'introduction de l'IA comme pilier (avec l'IoT et les Big Data) de la stratégie Sciences et Technologies élaborée par le Conseil pour la Science, la Technologie et l'Innovation (CSTI), organe du Cabinet Office.

Figure 1 :



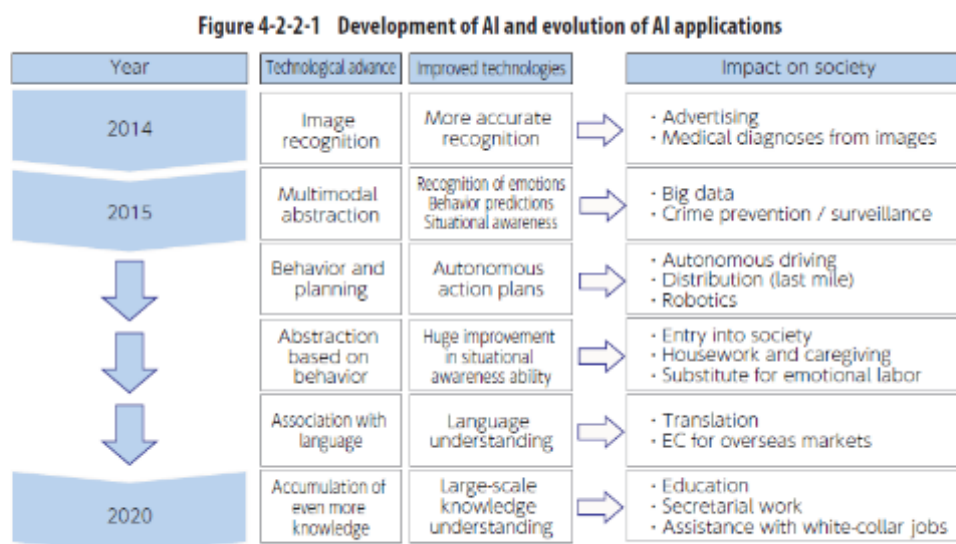
La création d'un écosystème entièrement connecté et intelligent est d'autant plus important pour le gouvernement japonais qu'il contribuerait à résoudre les problèmes liés au vieillissement de la population et à la baisse de main d'œuvre : insertion de l'IA dans l'industrie manufacturière (tâches répétitives), le domaine de la santé (rallongement de l'espérance de vie), des services (aux personnes âgées, dont robots), etc.... Compte tenu de ces priorités, le gouvernement japonais a annoncé une vague d'investissements massifs à hauteur de 26 000 Mds JPY (environ 210 Mds EUR) pour la seule année 2016 pour le financement de projets de R&D et le développement de nouvelles technologies. Ces investissements s'inscrivent également dans le contexte de la préparation des Jeux olympiques de Tokyo en 2020 dont le Japon souhaite faire une vitrine de ses avancées

²¹ Les trois "flèches" consistent en une politique monétaire agressive, une politique budgétaire flexible et un ensemble de réformes structurelles pour l'économie.

technologiques (notamment dans les domaines des transports et de la sécurité, essentiels au bon fonctionnement des Jeux).

Sur le sujet de l'IA, le MIC (ministère des affaires intérieures et des communications) a établi dès 2014 une feuille de route planifiant le développement possible des technologies basées sur l'IA jusqu'à 2020 allant de la reconnaissance visuelle à la compréhension d'un large spectre de connaissances en passant par la capacité à prédire des comportements précis (applications en matière de sécurité notamment). (cf Figure 2)

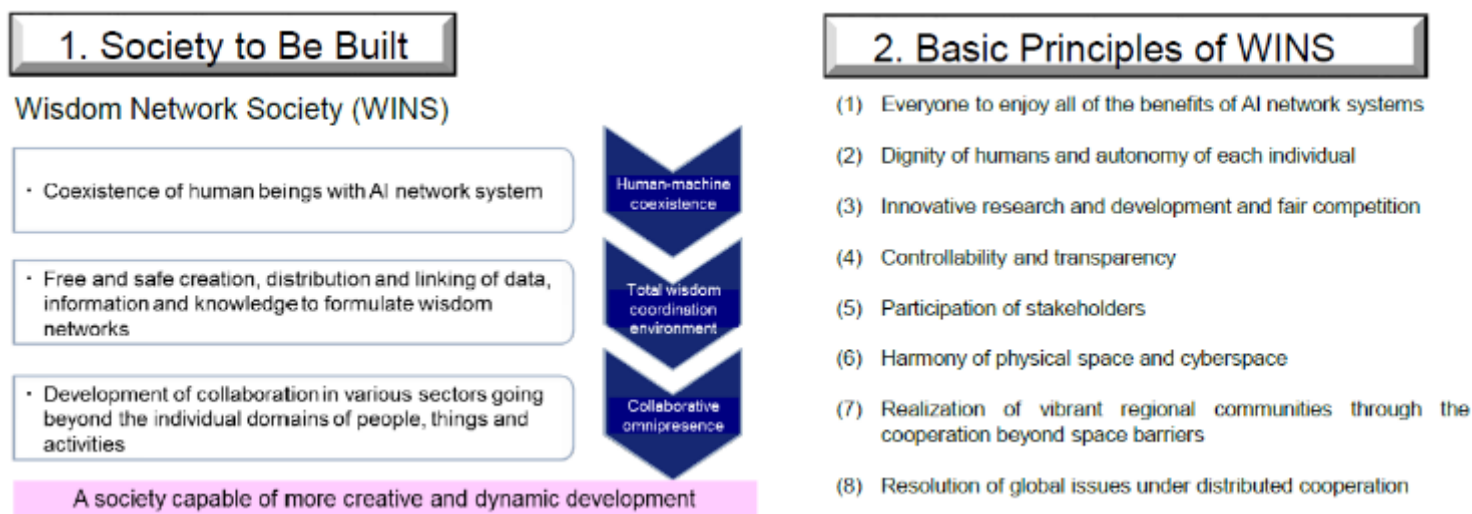
Figure 2 :



(Source) "Study Report on the Impact of ICT Progress on Employment and Work Styles" (2016), MIC

À plus long terme, le MIC envisage la mise en place d'ici à 2040 d'un « Réseau basé sur l'IA » (AI Networking), base de ce qu'il appelle une « Wisdom Network Society » (cf Figure 3), système dans lequel l'IA et l'Homme vivent côte à côte et participent au développement d'une société plus dynamique et créative.

Figure 3 :



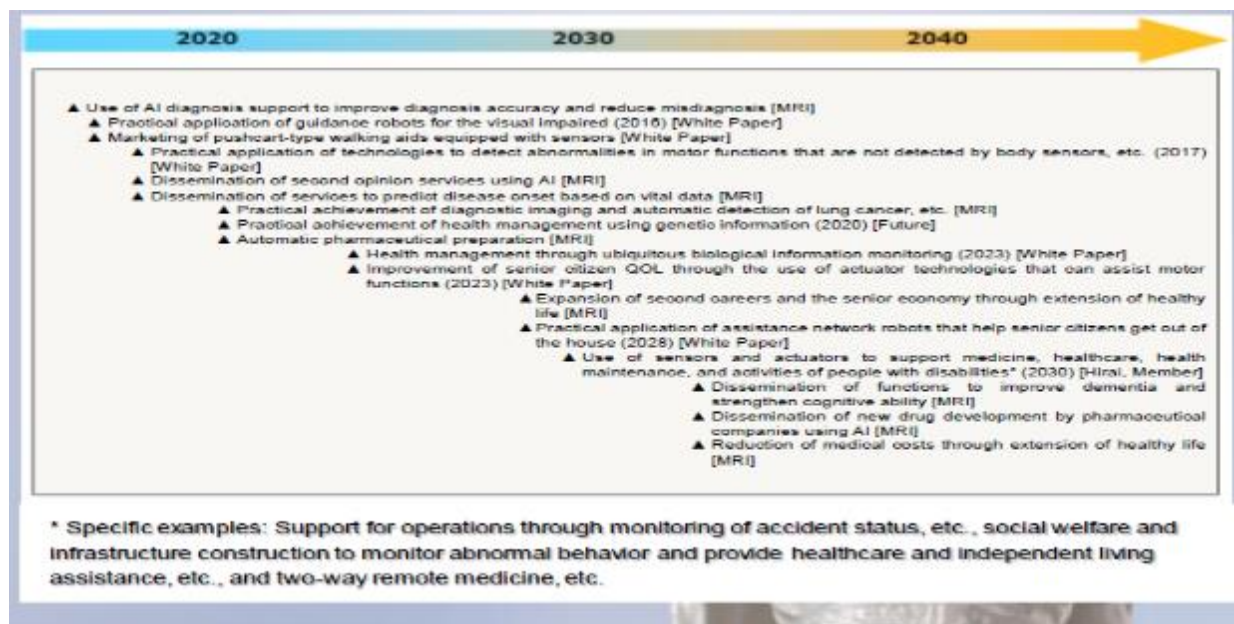
Un tel réseau aurait des conséquences sur l'ensemble des secteurs (public, privé, industriel...) pour lesquels le gouvernement japonais a imaginé des scénarii probables pour le futur (cf. Figures 4). Par exemple, s'agissant du secteur manufacturier, le gouvernement prévoit d'ici 2020 l'introduction progressive de systèmes de maintenance automatisée dans les usines, la mise au point de robots industriels intelligents capables de personnalisation de masse, pour passer à partir de 2030 à la diffusion généralisée de l'intelligence artificielle à chaque étape du processus de production (conception, prototypage, tests). Dans le secteur médical, l'IA pourrait permettre la maîtrise de sa condition physique et de sa santé en se basant sur les informations génétiques d'ici 2020 et l'identification des médicaments les plus efficaces pour un patient identifié d'ici à 2030.

Figures 4 :

Secteur manufacturier



Secteur médical



Source : MIC

Des groupes d'études ont été mis en place par différents organes gouvernementaux :

Au plus haut niveau, au sein du Cabinet Office, a été instauré un « Comité de délibération sur l'IA et la société humaine ». Il s'agit de la première entité gouvernementale ayant pour mission d'étudier les enjeux liés à l'IA selon cinq points de vue, à savoir : l'aspect éthique, l'aspect légal, l'aspect économique, l'aspect social et l'aspect R&D. Ce comité a choisi de baser ses études sur des cas d'application précis, mettant en œuvre des technologies qui devraient voir le jour à court terme : le véhicule autonome, l'automatisation des usines de production et la communication homme/machine. Il souhaite également engager un débat avec le grand public (par le biais essentiellement de séminaires ouverts et de questionnaires en ligne).

De plus, dans le cadre du « Dialogue privé-public pour les investissements du futur » en avril 2016, le Premier ministre Abe a présenté son projet de définition d'une feuille de route présentant les objectifs de la recherche sur l'IA et ses applications industrielles et de mettre en place un « Conseil de la stratégie des technologies liées à l'IA ». Ce conseil fera office de quartier général de la R&D des technologies de l'IA et de leurs applications industrielles en regroupant les trois ministères impliqués dans l'IA : le MIC, le MEXT (ministère de l'Éducation, de la culture, des sports, de la Science et la Technologie) et le METI (ministère de l'Économie, du Commerce et de l'Industrie). Deux comités ont été mis en place sous ce conseil : le « Comité de collaboration de recherche » (conseil des présidents des instituts de recherche et des agences de financement) et le « Comité de collaboration industrielle » qui se réunissent chacun une fois par mois.

En 2015, le Headquarters for Japan Economic Revitalization a déterminé une nouvelle stratégie sur la robotique ("New Robot Strategy"), au sein de laquelle le développement d'une technologie d'IA capable de réfléchir ou semblable au cerveau humain est présenté comme une priorité, en parallèle du développement de l'IoT (pour assurer une connectivité à tous les niveaux). Pour appliquer cette stratégie, un conseil public privé appelé Robot Revolution Initiative Council a été mis en place en février 2015, réunissant des représentants de la recherche et de l'industrie dans plusieurs secteurs (automobile, agriculture, santé et soins à la personne, infrastructures) qui ont défini une nouvelle stratégie robotique pour le Japon visant à répondre à ses défis économiques et sociétaux. Cette initiative organise sa réflexion autour de groupes de travail, et a placé l'IA comme une technologie indispensable dans le développement d'une société robotisée.

Lancé par le MIC en 2015, le "Study Group concerning the Vision of the Future Society Brought by Accelerated Advancement of Intelligence in ICT" réfléchit sur la place de l'IA sur les TIC et la création d'un réseau basé sur l'Intelligence artificielle.

Le METI intègre l'Intelligence artificielle dans ses divers groupes d'étude sur l'Industrie 4.0 tels que "Cross-sectional System Study Group for the Fourth Industrial Revolution" et le "Study Group for Ideal Approaches to Competition Policies for the Fourth Industrial Revolution".

Q2/- Quelle est la situation de la recherche académique sur l'intelligence artificielle dans votre pays ? Quels sont ces domaines d'excellence dans les sciences et technologies utilisées pour l'IA ?

Le Japon cherche aujourd'hui à encourager la recherche dans le domaine. Le Japon est confronté à un déficit de chercheurs spécialisé en IA : en 2014, selon l'OCDE, le Japon était le pays développé souffrant de la pénurie d'experts en IA la plus importante (cf Figure 5).

Figure 5 :

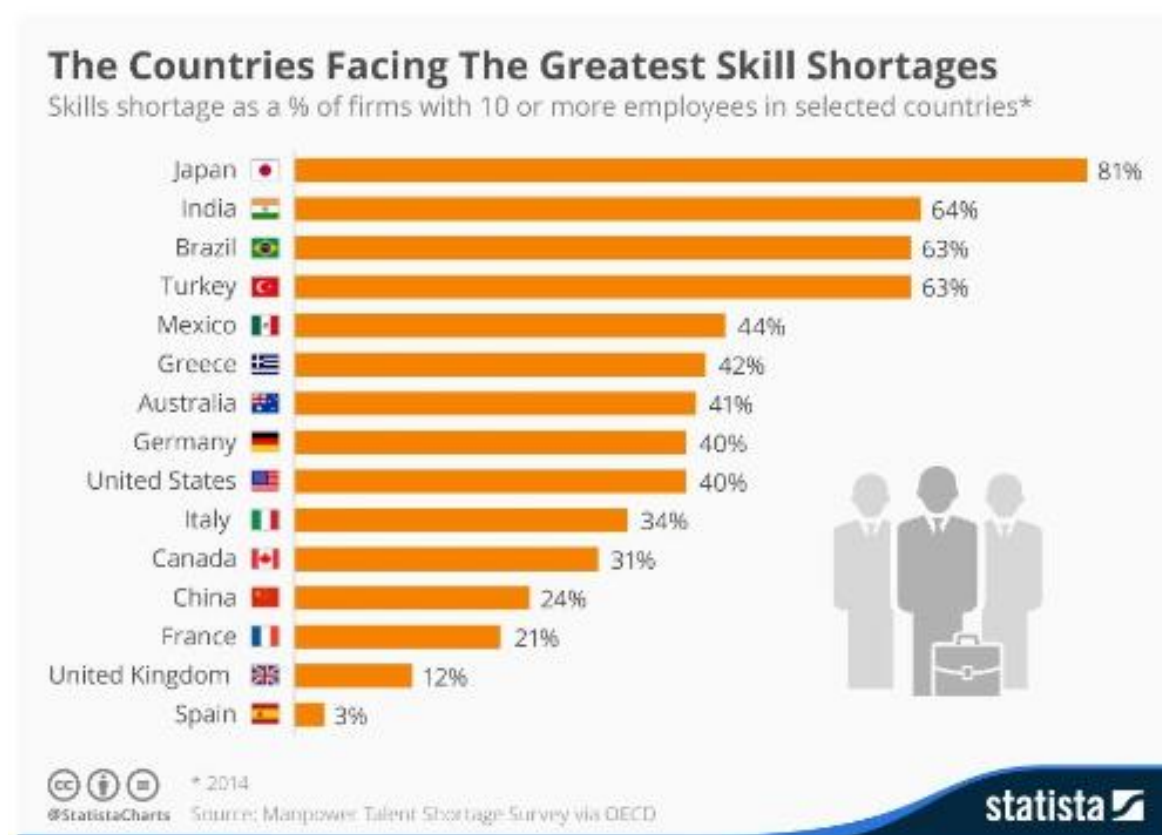


Image: Statista

En 2016, les trois ministères METI, MEXT et MIC se sont engagés à coordonner leurs actions, via le conseil dédié à la stratégie des technologies liées à l'IA (cf. Figure 6), à organiser des symposiums communs sur une base annuelle, à mettre en place un site web commun et à mutualiser leurs ressources informatiques, le but étant d'encourager la R&D sur l'IA et l'implantation de technologies basées sur l'IA et l'IoT dans la société et dans les entreprises. Pour mettre en œuvre cette action, chaque ministère a créé un centre dédié à la R&D sur l'IA.

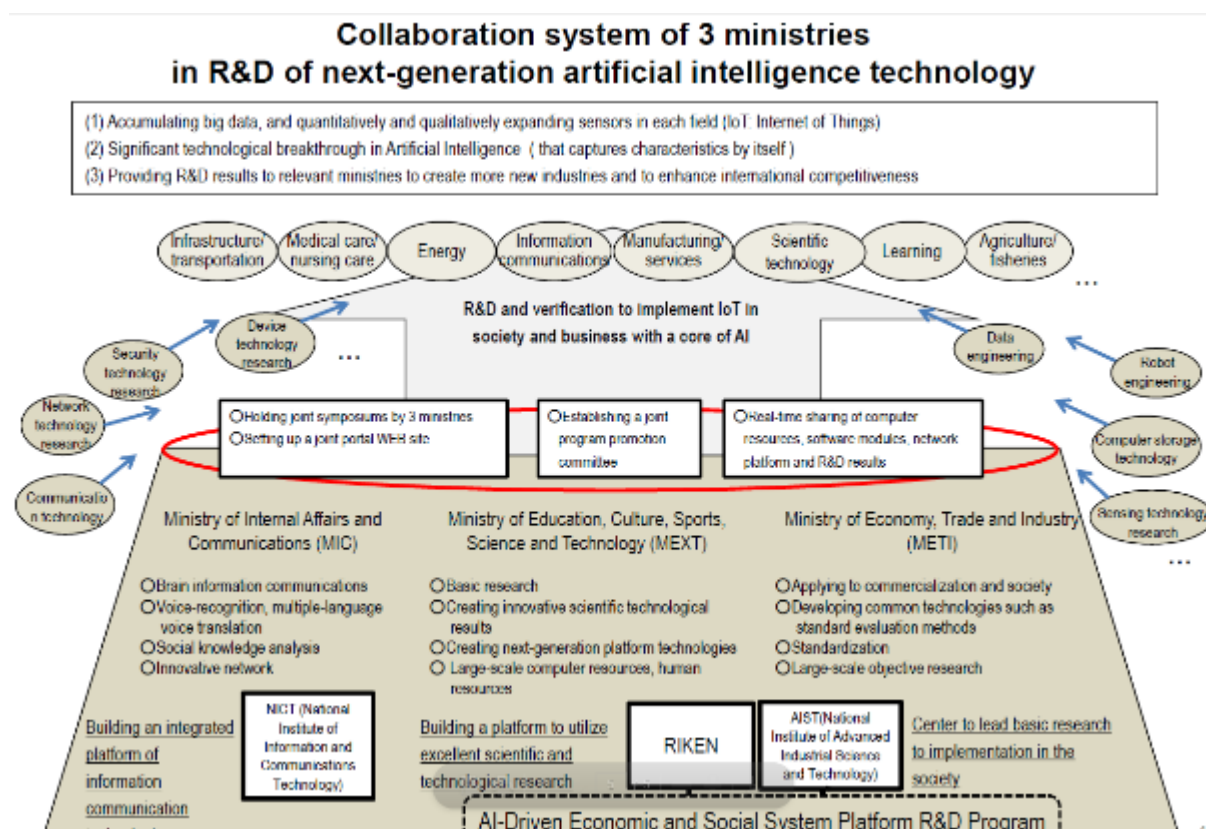
Le MEXT a mis en place un Centre de Développement de l'Intelligence Artificielle en avril 2016, hébergé par le RIKEN (principal centre de recherche du MEXT) et dirigé par le Professeur Masashi Sugiyama. Il a été créé en tant qu'organe subsidiaire de l'« Advanced Integrated Intelligence Platform Project » (AIP) lancé par le MEXT, projet visant à encourager la R&D dans les domaines de l'IA, des Big Data, de l'IoT et de la cyber-sécurité.

Le METI a lancé également son centre dédié à l'IA le 1^{er} mai 2015 : l'AIIRC (Artificial Intelligence Research Center), hébergé par l'AIST (Advanced Institute for Science and Technologies, centre de recherche du METI). Il repose sur 3 piliers : plateformes de données, compétences en informatique et définition de « business models » pour des

applications spécifiques (axées sur la production industrielle, notamment la robotique industrielle ; les grands secteurs à fort impact sociétal et économique tels que la santé, le tourisme.. ; et les disciplines scientifiques utilisant de grandes masses de données). Créé en 2015, le forum public-privé IoT Acceleration Consortium cherche notamment à développer la normalisation et de nouvelles applications IoT dans un contexte de multiplication des technologies IoT/IA/BigData. Né sous l'impulsion du METI et du MIC, il regroupe plus de 3000 membres gouvernementaux, issus du secteur privé et de la recherche, japonais mais aussi américains, allemands, etc.

Le ministère des affaires intérieures et des communications (MIC) a créé un cluster de recherche dédié à l'intelligence artificielle, hébergé par son centre de recherche, le NICT (National Institute for Information and Communication Technologies).

Figure 6 :



Source : JETRO

Depuis 2014/2015, plusieurs instituts de recherches et laboratoires se sont ouverts et/ou ont commencé à bénéficier d'une certaine reconnaissance pour leurs recherches en IA :

- Artificial Intelligence Laboratory à l'Université de Tsukuba où le Professeur Masakazu Hirokawa travaille sur la création d'algorithmes qui peuvent aider les robots à apprendre.
- Divers laboratoires sur l'intelligence artificielle ont été ouverts dans les universités : l'Université de Tokyo où le professeur Yutaka Matsuo cherche à avancer sur le deep learning, l'Université de Technologie de Tokyo au sein de laquelle le laboratoire du professeur Masanori Kakimoto étudie les applications de l'IA dans l'ensemble des secteurs (IoT, alimentation biologique, logiciels de reconnaissances, médias, développement durable, design, médecine, sciences humaines), l'Institut des Sciences Médicales de l'Université de Tokyo où le Professeur Satoru Miyano conduit une recherche pour trouver les combinaisons de médicaments pour le cancer adaptées pour chaque patient, utilisant le logiciel d'IA Watson, l'Université de Keio où le Professeur Tadahiro Kuroda a développé une intelligence artificielle qui peut détecter un cancer des poumons en se basant sur un test urinaire avec environ 90% de fiabilité ou encore l'Intelligent Robotics Laboratory à l'Université d'Osaka du professeur Hiroshi Ishiguro qui a créé son propre androïde et base ses recherches sur les interactions entre robots et humains.

- Artificial Intelligence eXploration Research Center, créé en 2016 au sein de l'Université des Communications électroniques et qui, au travers de son projet Yokai, cherche à créer une Intelligence artificielle pouvant vivre aux côtés des humains ayant sa propre personnalité .
- Dwango Artificial Intelligence Laboratory et son projet « Whole Brain Architecture », mis en place en 2014, qui cherche à développer le deep learning et a créé une intelligence artificielle fonctionnant sur un ensemble de composants assemblés dans le but de reproduire les capacités de l'ensemble du cerveau humain (développer la créativité, la mémoire). Pour cela, le laboratoire est composé de plusieurs chercheurs spécialisés dans des domaines divers : machine learning, neurosciences, sciences cognitives, software engineering, robotique...

Le Japon dispose d'un avantage comparatif sur le secteur du hardware-robotique. En 2014, une étude faite par le Nikkei révélait que parmi les 5 plus grands fabricants mondiaux de robots industriels, 3 étaient japonais, dont le groupe Fanuc. Le Japon dispose donc des outils « hardware » pour venir en support d'une grande partie des programmes d'IA.

Le Japon considère que le monde est entré dans le 3^e boom de la R&D sur l'IA, le premier s'étant produit dans les années 1950-1960 (Test Turing en 1950, système Eliza de conversation artificielle en 1964...), le deuxième dans les années 1980-1990 (Projets de recherche d'ordinateurs de 5^{ème} génération, début des recherches en machine learning²²). Le troisième boom qui aurait commencé dans les années 2000/2010 serait celui du deep learning²³.

Malgré la carence d'experts, le Japon dispose d'un potentiel certain pour le développement du deep learning .

La spécificité du Japon réside dans sa propension à soutenir la création d'une société où robots et hommes vivraient ensemble, les robots étant essentiellement des robots d'assistance. Les recherches sur l'introduction de la « créativité » et des « émotions » dans l'IA sont donc nombreuses et ne se heurtent à aucune résistance au sein de la société japonaise

Q3/- Quelle est la situation de l'industrie de l'intelligence artificielle dans votre pays ? Dans quelle mesure les acteurs économiques ont-ils intégré les technologies de l'intelligence artificielle dans leurs processus et produits ? Décrivez l'écosystème de startups qui proposent des produits et services basé sur l'IA ? Quelles sont les 5 à 10 jeunes entreprises innovantes les plus prometteuses ?

Le marché de l'IA au Japon devrait connaître une croissance exponentielle d'ici à 2030 et le MIC table sur un retour sur investissements de près de 121 Mds JPY d'ici à 2045. Le secteur industriel sur lequel l'impact serait le plus élevé serait probablement celui des transports avec une prévision de croissance de 30,5 Mds Yens selon l'Institut Ernst & Young, due essentiellement au développement du véhicule connecté. Le domaine des transports mis à part, les secteurs bénéficiant du plus fort impact de l'IA seraient : la vente de gros/vente de détail, le secteur manufacturier, la construction, les services à la personne, ou encore le secteur financier/assurance et médical (cf Figure 7). Aujourd'hui déjà, on constate l'implantation de technologies d'IA dans chacun de ces secteurs : développement de véhicules autonomes (Nissan commercialise déjà son véhicule Serena équipé d'un programme de conduite autonome depuis août 2016, Mitsubishi a développé une technologie IA « compacte » utilisant des serveurs compacts et pouvant être implantés dans des systèmes de conduite autonome), insertion d'IA dans le secteur des assurances (l'entreprise japonaise Fukoku Mutual Life Insurance a récemment annoncé la mise en place d'une technologie basée sur l'IA, qui doit permettre de réaliser des gains de productivité à hauteur de 30%), l'IA au service de la vie quotidienne (Softbank prévoit de commercialiser son robot Pepper avec un programme d'assistance pour la vie quotidienne courant 2017)...

²² Le machine learning permet de résoudre des problèmes trop complexes pour l'être humain en utilisant des algorithmes qui recevra toutes les informations sur un sujet pour en faire une prédiction utile

²³ Technique d'apprentissage automatique fondée sur l'apprentissage de modèles de données, permettant des applications dans l'analyse du signal sonore ou visuel et notamment de la reconnaissance faciale, de la reconnaissance vocale, de la vision par ordinateur, du traitement automatisé du langage.

Figure 7 :**Table 1: breakdown of Japan's AI market by sector (2015 – 2030)**

Unit: billion yen

Type of sector	2015	2020	2030
Agriculture, forestry & fishery	2.8	31.6	384.2
Manufacturing	112.9	2,965.8	12,175.2
Construction	79.1	1,215.7	5,922.9
Electricity, gas & communications	30.0	521.7	1,881.0
Information services	182.5	824.5	2,373.1
Wholesale & retail	1,453.7	4,684.4	15,173.3
Financial & insurance	596.4	2,261.1	4,731.8
Real estate	4.9	242.6	485.3
Transport	0.1	4,607.5	30,489.7
Distribution	46.5	144.3	503.5
Technical services	9.0	244.0	614.9
Advertising	633.1	1,930.5	3,604.7
Entertainment	226.0	599.0	1,510.4
Education	203.0	503.9	928.5
Medical care and welfare	34.3	576.1	2,182.1
Living-related services	130.8	1,711.1	4,001.5
Total	3,745.0	23,063.8	86,962.0

Source: Ernst & Young Institute

Plusieurs grands groupes japonais ont lancé de grands programmes ou laboratoires dédiés à l'IA, pour un montant d'investissement total devant atteindre 300 milliards de yens sur les trois ans à venir, réalisés pour nombre d'entre eux en collaboration avec les nouveaux centres de recherche publics.

De nombreux projets sont ainsi développés en perspective des Jeux olympiques et paralympiques de Tokyo de 2020, qui verront un afflux de visiteurs étrangers à Tokyo, motivant le développement de systèmes de traduction automatique, tels que ceux développés par Panasonic (qui se positionne également sur la robotique, la reconnaissance d'image et la reconnaissance spatiale, en collaboration avec le NICT et plusieurs universités japonaises, ainsi que dans ses centres de R&D situés à Singapour et dans la Silicon Valley) ou le chatbot multilingue de KNT-CT9. Dans la perspective des JO également, Fujitsu Laboratories a développé des systèmes intelligents de protection contre les attaques cyber, tandis que NEC met au point un système de reconnaissance faciale, NeoFace, basé sur l'IA.

Les grands groupes sont également particulièrement actifs dans l'IA appliquée au secteur médical : en novembre 2016, plus de 50 entreprises, dont Takeda Pharmaceutical, Fujifilm Holdings, Shionogi & Co., Fujitsu et NEC ont décidé de créer un consortium en coopération avec le gouvernement et les instituts de recherches (Riken) pour développer des programmes d'IA capables de découvrir de nouveaux médicaments. Le MEXT soutiendrait cette initiative à hauteur de 2,7 Mds Yen (22,9 M USD), avec la possibilité d'accorder des budgets supplémentaires jusqu'à 10 Mds Yen. Le secteur automobile draine également des investissements, avec par exemple le projet « Robot Taxi » de DeNA et ZMP12, ou le partenariat entre Honda et Softbank sur un projet d'IA pour l'assistance à la conduite automobile. Honda a par ailleurs annoncé en juin 2016 la création d'un centre de R&D à Tokyo dédié à l'intelligence artificielle, Honda R&D Innovation Lab Tokyo, qui regroupera l'ensemble des activités de la société dans le domaine de l'IA.

On constate une émergence progressive de quelques start-ups japonaises spécialisées dans l'IA ou utilisant des technologies d'IA. Désormais, le gouvernement encourage le développement de start-ups via une stratégie d'open innovation de plus en plus structurée : concours, financements de projets innovants, formation à l'entrepreneuriat... Ainsi, on observe une tendance à l'augmentation du nombre de start-ups, notamment dans les domaines de l'IoT, des Big Data, de l'IA ou encore de la cyber-sécurité et une augmentation des investissements dans des fonds capital-risque : de 1 Mds USD en 2014 à 2 Mds USD en 2015, loin néanmoins des 59 Mds USD investis aux Etats-Unis.

Certaines ont été identifiées par le METI pour leur intérêt dans un possible développement en France ou en Europe : Nextremer (reconnaissance vocale), GRID (machine learning : énergie, trafic, météorologie), Routrek Networks (algorithme pour optimisation de l'arrosage goutte à goutte).

Q4/- Existe-t-il des formations adaptées (en nombre et en contenu) aux métiers technologiques liés à l'intelligence artificielle ? Si non, des mesures particulières ont-elles été mises en place ou envisagées pour garantir l'adéquation des formations avec les besoins futurs en techniciens, ingénieurs et autres métiers de l'intelligence artificielle ? Quel est le parcours des étudiants après leur formation ?

Le nombre de formations universitaires spécialisées dans l'IA sont en augmentation progressive. Comme précisé précédemment (Q2), de nouveaux laboratoires spécialisés dans l'IA ont été créés et le MEXT soutient financièrement la recherche académique en IA. Dans son livre blanc, le MIC a également reconnu la nécessité de développer les formations universitaires en IA. Le problème reste le manque d'experts sur le sujet.

Parmi les plus grands laboratoires travaillant sur l'IA, on peut citer :

- Celui du Professeur Tsujii Jun'ichi de l'université de Tokyo, travaillant sur le traitement automatique du langage et l'extraction des connaissances (« text mining »). Il a par ailleurs été nommé directeur de l'AIRC (cf Q2). Celui du professeur Tetsuo Sawaragi de l'Université de Kyoto, travaillant sur les systèmes collaboratifs humain-machines.
- Celui du Professeur Minoru Asada de l'Université d'Osaka, travaillant sur le développement de processus cognitifs complexes chez le robot/IA, au travers notamment d'interactions physiques et sociales.

Ces trois laboratoires ont reçu d'importantes subventions de la part de la JSPS (Japan Society for the Promotion of Science) sous la forme de « Grants-in-Aid for Scientific Research » (Kankenhi en japonais)²⁴.

Aujourd'hui plusieurs options s'offrent aux étudiants issus des formations spécialisés en IA : continuer à travailler dans le monde académique en R&D, intégrer un institut de recherche spécialisé, intégrer un laboratoire de recherche privé d'un grand groupe ou créer sa propre start-up avec le soutien du gouvernement ou d'un grand groupe ayant investi dans des fonds de capital-risque.

Q5/- De quelle manière la recherche académique en intelligence artificielle est-elle ou va-t-elle être soutenue ? Est-ce une initiative spécifique ou une partie d'une stratégie plus large (telle que le développement d'une industrie du futur par exemple) ? Quels sont les budgets annuels alloués à la recherche dans ce domaine et leur évolution prévisible ?

La recherche académique en intelligence artificielle est largement soutenue par le gouvernement dans le cadre d'une stratégie plus large d'établissement d'une industrie du futur et d'une société 5.0 (cf Q1 et Q2).

Aujourd'hui, le projet Advanced Intelligence Project (AIP) développé au sein du Centre de développement de l'IA du Riken (cf Q2), prévoit un budget global pour 2017 de **7 Mds JPY**, dont 3 Mds environ pour le seul centre de l'AIP, le reste étant réparti entre la création d'une plateforme de données communes, dirigée par le NIMS, le RIKEN et le NIED et la mise en place d'un laboratoire virtuel réunissant les projets de recherche financés par la JST (l'une des deux agences de financement du MEXT, orientée vers les projets de recherche appliquée) sur l'intelligence artificielle, dit « Network Labo », dirigé par le Professeur Setsuo Arikawa, ancien président de l'Université de Kyushu.

L'AIRC, quant à lui, est financé par le METI et son agence de financement la NEDO pour un montant de 19,5 milliards de yens pour l'année 2016, ainsi que par des contrats directs avec des acteurs industriels (l'AIRC a notamment mis en place un laboratoire commun avec l'entreprise NEC).

Le cluster mis en place par le MIC au sein du NICT était doté d'un budget de 2,2 milliards de yens pour l'année 2016.

Le budget 2017 prévu par le MEXT pour encourager l'innovation dans son ensemble est de 9,5 Mds JPY, dont 7,1 Mds dédiés à l'IA/Big Data/IoT/Cybersécurité.

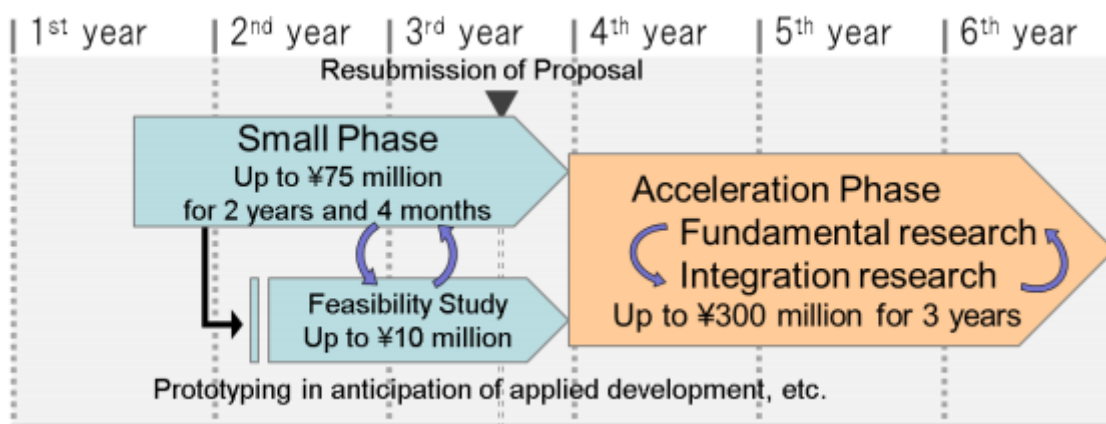
²⁴ <https://www.jsps.go.jp/english/e-grants/index.html>

Le MIC prévoit d'investir 2,58 Mds JPY en dans IoT/Big Data/IA, dont 410 M pour la seule recherche en IA en 2017.

Le METI, quant à lui, prévoit 4,5 Mds JPY pour le financement de projets de recherche en IA et Robotique en 2017.

La JSPS et la JST (Japan Science and Technology Agency) proposent également des bourses pour les chercheurs en doctorat ou post doctorat (cf Q4 pour la JSPS). Le programme Kankenhi (cf Q4) de la JSPS dispose d'un budget total de 227 Mds JPY, pour l'ensemble des secteurs de recherches scientifiques, l'IA ne disposant pas d'un budget spécifique. La JST a ouvert un programme « Development and Integration of Artificial Intelligence Technologies for Innovation Acceleration », sous la direction de M. Minoru Etoh, au sein de son fonds CREST (aide pour la recherche en équipe permettant de réaliser les objectifs du gouvernement en matière d'innovation technologique)²⁵. Ce programme offre des financements pour tout projet de recherche sur l'IA : il peut financer un projet de 5 ans à hauteur de 385 M JPY, incluant phase de lancement, étude de faisabilité et phase d'accélération (cf. Figure 8).

Figure 8 :



Source : https://www.jst.go.jp/kisoken/crest/en/research_area/ongoing/bunyah28-4.html

Au regard de l'intérêt du gouvernement pour l'IoT et l'IA, les investissements dans la recherche académique sont voués à augmenter. D'après le journal Nikkei, le gouvernement dans son ensemble pourrait investir jusqu'à 92,4 Mds JPY (752 M €) de budget pour soutenir la R&D en matière d'Intelligence Artificielle en 2017, soit 2,5 fois le budget de 2016.

Q6/- De quelle manière le transfert de technologie entre la recherche académique et les entreprises technologiques est-il ou va-t-il être soutenu (incitations financières et fiscales, mise en relation, etc.) ? Est-ce une initiative spécifique ou une partie d'une stratégie plus large (telle que le développement d'une industrie du futur par exemple) ?

Le gouvernement japonais tente d'encourager la création de ponts entre les milieux académiques et industriels, traditionnellement assez éloignés. Cela participe également de la stratégie de revitalisation économique du gouvernement japonais, et notamment de l'objectif de création d'une Industrie 4.0 et d'une société 5.0 (cf Q1). Les transferts de technologies vont être soutenus de plusieurs façons :

- Mise en relations grâce à une présence importante des entreprises dans diverses initiatives publiques-privées et associations : laboratoire sur l'IA du Riken, présence au sein du Robot Revolution Initiative Council, JSAI, IoT Acceleration Consortium...
- Partenariats avec des instituts de recherches/universités : par exemple, NEC et l'AIST ont établi un laboratoire sur l'IA, spécialisés notamment dans la mise au point de modèles prédictifs pour les catastrophes naturelles majeures avec une quantité de données limitées ; l'Université de Keio et

²⁵ <https://www.jst.go.jp/kisoken/crest/en/index.html>

l'entreprise Ubi Medical travaillent sur le développement d'un dispositif qui permettrait d'évaluer objectivement et en temps réel les symptômes d'une maladie mentale en analysant les expressions du visage ; l'agence de publicité CyberAgent et l'université de Meiji travaillent sur un système IA permettant de générer des publicités automatiquement ; Hitachi a lancé un projet avec l'Université du Tohoku pour développer un logiciel IA capable d'expliquer ses décisions avec des faits, un historique et un contexte.

Q7/- Des mesures particulières de soutien au développement aux entreprises ont-elles été mises en place ou envisagées pour les entreprises spécialisées dans l'intelligence artificielle (incubateurs, dispositifs de financement et d'investissement dédiés) ?

Le soutien aux entreprises spécialisées dans l'IA provient essentiellement du METI à travers ses différentes initiatives : Industrie 4.0, Robot Revolution initiative, ... (cf Q1). Le soutien apporté n'est donc pas spécifique à l'IA mais s'intègre dans un ensemble IoT/IA/BigData/Cybersécurité. Dans le cadre de la politique de soutien à l'innovation, de nombreuses entreprises développant des technologies d'IA peuvent bénéficier d'un soutien financier gouvernemental.

Une loi japonaise générale sur le renforcement de la compétitivité industrielle a été adoptée en 2015 par le gouvernement japonais, encourageant les entreprises à se développer sur l'IA. Cette loi a introduit deux dispositifs de simplification réglementaire au profit des entreprises :

- le premier pour permettre à une entreprise de tester des prototypes de produits et services innovants dans un domaine entrant en conflit avec une réglementation existante : une entreprise peut solliciter l'autorisation de conduire des activités de test et développement en lien avec ces nouvelles activités auprès du Ministère de l'économie, du commerce et de l'industrie (METI), en suivant une procédure standardisée relativement légère (soumission d'un court document de business plan détaillant l'activité, les obstacles réglementaires éventuels et les retombées économiques attendues).
- le second pour permettre à une entreprise souhaitant développer une activité nouvelle de demander à l'administration d'identifier la réglementation qui lui est applicable lorsqu'un doute existe (« gray zones », par exemple dans le domaine du véhicule automatique), mais n'implique pas de dérogation réglementaire.

De plus, de nombreuses politiques d'incitations fiscales ont été mises en place pour les entreprises développant des projets de R&D dans le domaine de l'innovation. Si les incitations fiscales profitaient à ce jour à 90% à l'industrie manufacturière, le gouvernement japonais a annoncé l'extension de ces incitations au secteur des services, notamment pour promouvoir la diffusion d'innovations basées sur l'intelligence artificielle.²⁶

Q8/- Comment est préparée l'adaptation des secteurs économiques touchés par l'intelligence artificielle aux bouleversements qu'elle induira ? En particulier, quelles mesures ont été prises ou envisagées dans le domaine de la formation ou de la sensibilisation des PME à ces technologies ?

Le METI a mis en place une équipe d'experts pour les PME, spécialisés notamment dans l'IoT et donc intimement liés à l'IA. Dans les deux prochaines années, le METI va recruter plus de 10 000 experts en TIC et les déployer dans des PME manufacturières afin de favoriser le déploiement de robots dans leurs usines, notamment par la mise à disposition de robots à tester, et des actions de formation. L'objectif de ce programme est de doubler le nombre d'intégrateurs de systèmes robotiques pour atteindre 30 000 en 2020.

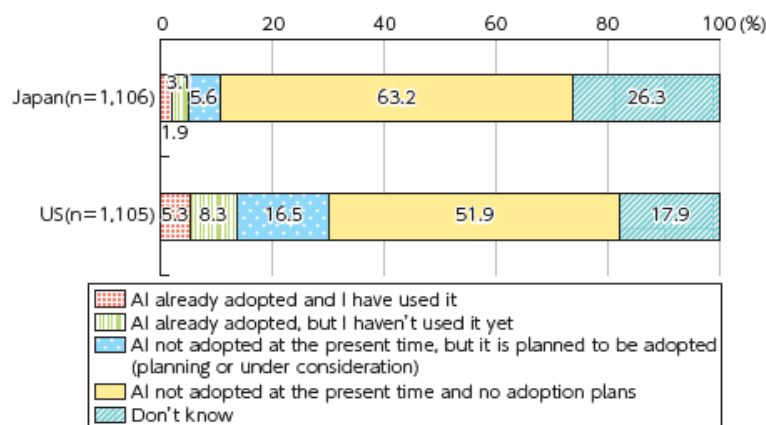
Des études ont également été menées par le MIC sur l'influence de l'IA sur la formation et l'emploi (cf. Figures 9), comparant la situation du Japon à celle des Etats-Unis. Le MIC constate que l'intégration de l'IA aux Etats-Unis est plus importante qu'au Japon. Dans son livre blanc, le MIC conclut à la nécessité de renforcer l'apprentissage de

²⁶ <http://asia.nikkei.com/Politics-Economy/Policy-Politics/Japan-to-expand-R-D-tax-break-to-services>

l'IA au sein des universités et des instituts de recherche et de celle d'intégrer des conditions nécessaires à la formation à l'utilisation des programmes d'IA des employés déjà intégrés dans les entreprises.

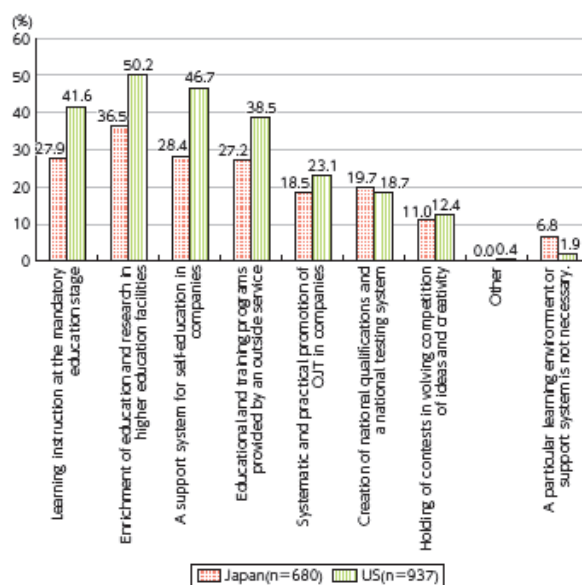
Figures 9 :

Figure 4-3-1-1 State of current and planned AI workplace adoption



Prepared from the "Study Report on the Impact of ICT Progress on Employment and Work Styles" (2016), MIC

Figure 4-4-2-1 Needs for a learning environment and support systems for learning skills for using AI

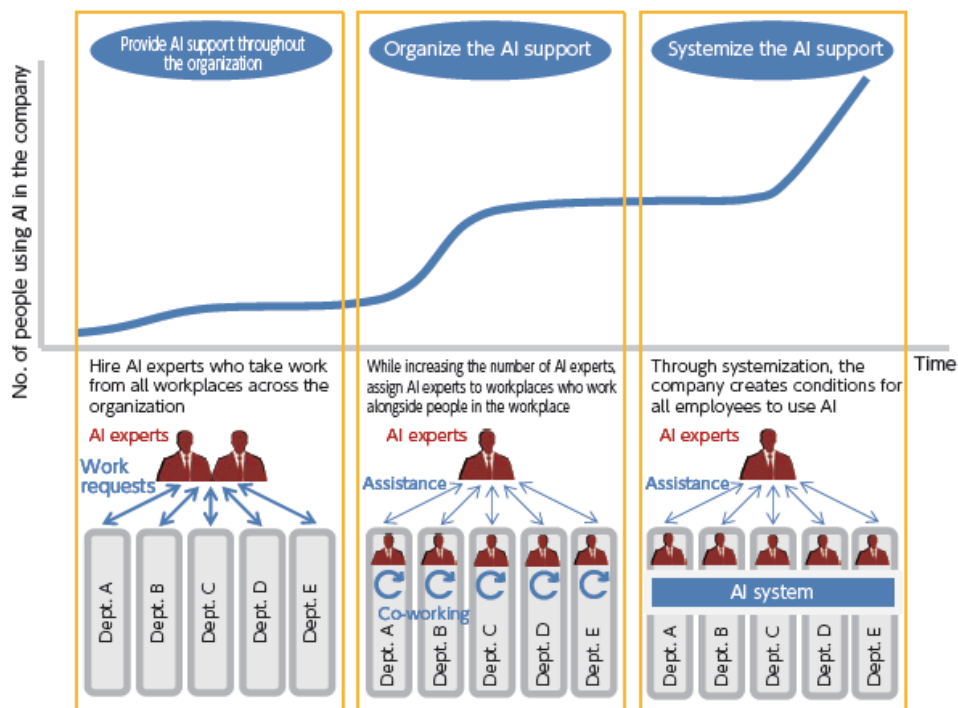


Prepared from the "Study Report on Impact of ICT Progress on Employment and Work Styles" (2016), MIC

Le MIC a proposé aux entreprises un modèle d'adaptation aux technologies basées sur l'IA (cf Figure 10) : le modèle consiste à engager des experts d'IA qui vont travailler avec les employés de l'entreprise et leur fournir un support basé sur l'IA et tenter d'intégrer ce dernier dans l'organisation de l'entreprise... Mais la diffusion de ce modèle se heurte là encore au déficit d'experts en IA au Japon.

Figure 10 :

Figure 4-4-2-2 Example of an enterprise setting up conditions for AI usage

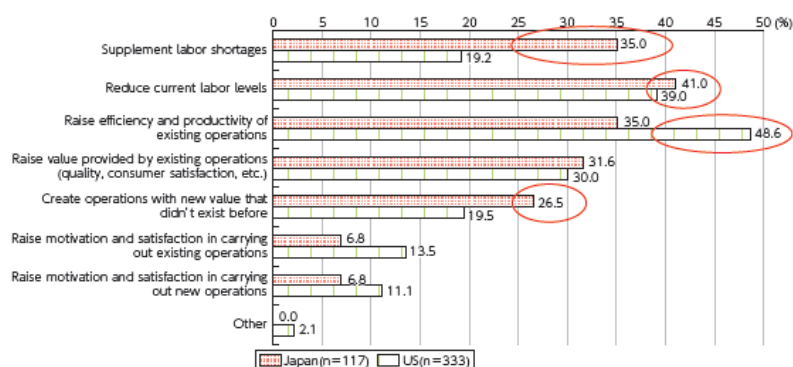


(Source) "Study Report on the Impact of ICT Progress on Employment and Work Styles" (2016), MIC

Le MIC a effectué plusieurs sondages dont un sur la fonction de l'IA dans un environnement de travail (cf Figure 11) : alors qu'aux Etats-Unis, la majorité des sondés voyaient l'utilisation de l'IA comme un moyen d'augmenter la productivité (48% contre 35% au Japon), les sondés au Japon y voient un moyen de réduire le temps de travail (41% contre 39% aux Etats-Unis).

Figure 11 :

Figure 4-3-1-2 Role or function of AI

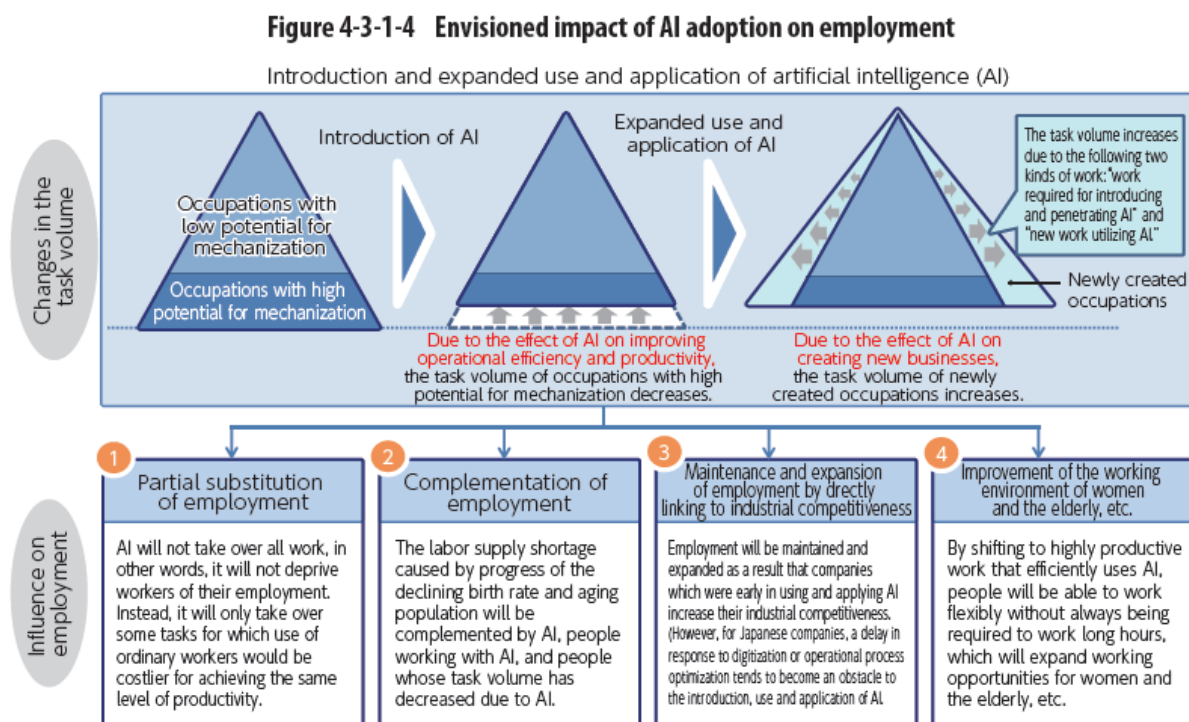


Prepared from the "Study Report on the Impact of ICT Progress on Employment and Work Styles" (2016), MIC

Q9/- Quelles réflexions de plus long terme sont menées sur les impacts socioéconomiques, éthiques, politiques du développement de l'intelligence artificielle ? Quels impacts, positifs et négatifs, ont été identifiés ? Des actions publiques en la matière sont-elles d'ores et déjà envisagées ? Si oui, lesquelles et sous quelle forme (adaptation de la législation, auto- ou co-régulation avec les acteurs, négociations internationales) ?

Les divers groupes de travail lancés par le gouvernement, les associations spécialisées et les instituts de recherches engagent tous une réflexion sur les impacts socioéconomiques, éthiques et politiques de l'IA. (cf Q1) Le MIC a engagé une réflexion sur les impacts de l'IA sur l'emploi (cf Figure 12). Pour le gouvernement japonais ; l'IA devrait être utilisée pour répondre au problème démographique, notamment pour réaliser certaines tâches pénibles et répétitives (comptabilité, chaînes d'assemblage....). L'IA pourrait ouvrir de nouvelles perspectives sur l'emploi, en offrant la possibilité de travailler à des horaires plus flexibles, par exemple. Le MIC prévoit une baisse des tâches existantes dans les entreprises adoptant l'IA mais engendrerait également l'apparition de nouveaux métiers utilisant l'IA ou préparant l'introduction de l'IA dans une entreprise. L'introduction de l'IA aurait donc également pour conséquence un environnement de travail plus favorable pour les femmes et les personnes âgées. Cependant, il faut noter que récemment, une IA a été intégrée dans une entreprise d'assurance japonaise (Fukoku Mutual Life Insurance), ayant pour conséquence le licenciement d'une trentaine de personnes.

Figure 12 :



(Source) "Study Report on the Impact of ICT Progress on Employment and Work Styles" (2016), MIC

Le MIC a également déterminé de nombreux risques à la mise en place d'un écosystème basé sur l'IA. Sur le plan purement fonctionnel les risques déterminés sont : la sécurité, l'opacité des opérations, la perte de contrôle de l'homme sur les activités de l'IA. Sur le plan légal et des droits de l'Homme, les risques sont nombreux notamment sur les droits et intérêts du consommateur, sur le droit à garder des informations privées et personnelles, sur la dignité humaine de chaque individu et plus largement sur le fonctionnement démocratique.

Lors de la réunion ministérielle G7 dédiée aux technologies de l'information et de la communication organisée en avril 2016 à Takamatsu, le Japon a soumis une feuille de route (« AI R&D Guideline ») fixant les huit principes qui devraient être respectés dans le cadre de la recherche sur l'intelligence artificielle et que le gouvernement japonais souhaiterait voir repris par l'OCDE (à défaut d'avoir été repris par la présidence italienne du G7) : Transparence, Assistance à l'utilisateur, Contrôlabilité, Sécurité, Sûreté, Vie Privée, Éthique, Responsabilité (cf Figure 13). L'OCDE a confirmé en novembre 2016 lors de l'OECD Technology Foresight Forum 2016 sa volonté de discuter avec les pays-membres sur la base de ces principes.

Figure 13 :

Distributed material

Proposal of Discussion toward Formulation of AI R&D Guideline

Referring OECD guidelines governing privacy, security, and so on, **it is necessary to begin discussions and considerations toward formulating an international guideline consisting of principles governing R&D of AI to be networked ("AI R&D Guideline") as framework taken into account of in R&D of AI to be networked.**

Proposed Principles in "AI R&D Guideline"

- 1. Principle of Transparency**
Ensuring the abilities to explain and verify the behaviors of the AI network system
- 2. Principle of User Assistance**
Giving consideration so that the AI network system can assist users and appropriately provide users with opportunities to make choices
- 3. Principle of Controllability**
Ensuring controllability of the AI network system by humans
- 4. Principle of Security**
Ensuring the robustness and dependability of the AI network system
- 5. Principle of Safety**
Giving consideration so that the AI network system will not cause danger to the lives/bodies of users and third parties
- 6. Principle of Privacy**
Giving consideration so that the AI network system will not infringe the privacy of users and third parties
- 7. Principle of Ethics**
Respecting human dignity and individuals' autonomy in conducting research and development of AI to be networked
- 8. Principle of Accountability**
Accomplishing accountability to related stakeholders such as users by researchers/developers of AI to be networked

En se basant sur ces principes, le MIC a déterminé de nombreux défis qu'il considère nécessaires à relever (cf Figure 13), incluant la mise en place d'évaluations qui déterminent l'impact de l'IA sur le bonheur, ou encore une réflexion sur le statut de l'existence humaine dans un monde qui intègre l'IA

Figure 13 :

Future Challenges

-
1. Formulation of Basic Principles for Research and Development "AI R&D Guidelines"
 2. Facilitation of Cooperation toward the Development of AI Networking
 3. Securing of Competitive Ecosystem
 4. Challenges for Promotion of Economic Development and Innovation
 5. Setting Evaluation Indices on Impact of Development of AI Networking and Richness- and Happiness-related Indices
 6. Protection of Users
 7. Ensuring Security for the AI Networking
 8. Institutional Issues relating to Privacy and Personal Data
 9. Institutional Issues relating to Content
 10. Study of Basic Rules of Society
 11. Creating and Sharing Risk Scenarios
 12. Accelerated Advancement of Information and Communications Infrastructure
 13. Prevention of the Formation of AI Network Divides
 14. Issues related to Ideal State of Human Existence
 15. Fostering of AI Network System Literacy
 16. Personnel Training for the AI Networking
 17. Improvements in Working Environments in Response to AI Networking
 18. Establishment of a Safety Net
 19. Contribution to Human Happiness through the Resolution of Global Issues
 20. Approach to Governance of the AI Network Systems

À ce jour, aucune réglementation précise ne semble avoir été mise en place. L'Intelligence artificielle au Japon reste à un stade très préliminaire de développement. Cependant les réflexions sur le sujet sont nombreuses, notamment au sein du MIC.

Q10/- Quelle est l'implication de votre pays dans les grands projets (UE s'il y a lieu et internationaux) en Intelligence Artificielle ?

L'implication du Japon dans l'IA sur le plan international a été particulièrement marquante lors de la réunion ministérielle G7 dédiée aux technologies de l'information et de la communication organisée en avril 2016 à Takamatsu (cf. Q9) Le Japon tente ainsi de se poser comme leader dans la mise en place d'une réglementation internationale sur l'Intelligence Artificielle.

Sur le plan bilatéral, les Etats-Unis sont le premier partenaire du Japon en matière d'échanges d'informations et de technologies dans le domaine de l'IA. En témoigne la forte présence des entreprises japonaises dans la Silicon Valley (Toyota a investi 1 milliard de dollars sur le sujet dans son centre de la Silicon Valley aux Etats-Unis) et les différentes marques de volonté de la part du gouvernement (METI, MEXT...) d'encourager les échanges au sein des entreprises et des laboratoires R&D situés dans le cœur technologique mondial : par exemple, au sein de son programme de soutien aux startups, le METI encourage les échanges avec les start-ups de la Silicon Valley.

Les échanges avec la France et l'Europe se développent également via l'organisation de symposiums et la participation de chercheurs de chaque pays à des événements sur le thème de l'IA : un symposium UE-Japon, portant sur la recherche et l'innovation en matière de TIC et incluant un volet IA, a été organisé en octobre 2016. De plus, le Service pour la science et la technologie de l'Ambassade de France au Japon a organisé, en partenariat

avec l'Université de Tokyo (Policy Alternatives Research Institute), Elsevier et CEA Tech un événement de trois jours, les 11, 12 et 13 octobre 2016 sur l'apprentissage profond (deep learning) et l'intelligence artificielle.²⁷

Lors des consultations franco-japonaises sur les politiques en matière de TIC organisées durant la visite du Directeur Général des Entreprises M. Pascal FAURE au Japon le 26 janvier 2017, le MIC a manifesté son intérêt à coopérer avec la France sur l'IA, notamment via des échanges entre chercheurs et la participation d'experts français à des forums organisés par le MIC et d'experts japonais à des forums organisés par la France.

²⁷ Cet événement était composé d'un symposium et d'un programme de visites, dont celle des nouveaux centres d'intelligence artificielle du MEXT (mis en œuvre par le RIKEN) et du METI (mis en œuvre par l'AIST), celle du Policy Alternative Research Institute de l'Université de Tokyo (PARI) ainsi que du Laboratoire franco-japonais d'informatique (le JFLI, réunissant l'Université de Tokyo, l'Université Keio, le NII côté japonais, le CNRS, Inria et l'Université Pierre et Marie Curie côté français). Lors de ces visites, les responsables de ces trois nouveaux centres ont montré une forte volonté de développer les collaborations internationales (échanges de chercheurs, partage de grandes bases de données...). Le symposium a réuni le 12 octobre à l'Université de Tokyo près de 200 personnes, autour des présentations de 15 experts français et japonais du meilleur niveau mondial, dans le domaine du deep learning et du machine learning, issus d'institutions de recherche publique ou d'entreprises. Une présentation sur les enjeux de l'intelligence artificielle dans la stratégie nationale japonaise, a également été effectuée par le Conseil pour la Science, Technologie et Innovation, rattaché au Premier ministre japonais

Annexe : Liste non exhaustive des organismes impliqués dans IA

AIRC : Artificial Intelligence Research Center, lancé en Mai 2015 ayant pour objectif la promotion de la recherche en IA et ses applications. Il regroupe 348 personnes en 2016, dont 269 chercheurs (parmi lesquels 95 chercheurs permanents, 16 détachés d'universités, 17 détachés d'entreprises et 41 professeurs étrangers invités). <http://www.airc.aist.go.jp/en/index.html>

JARA : Japan Robot Association, créé en 1972 sous le nom de Japan Industrial Association encourage la R&D sur les robots et systèmes associés (dont IA) et promeut l'utilisation des robots, notamment dans l'industrie manufacturière. <http://www.jara.jp/e/index.html>

JSAI : Japan Society of Artificial Intelligence, établie en 1986, composée d'environ 3200 membres, encourage l'innovation et la R&D dans le secteur de l'IA via l'organisation de workshops, symposiums et séminaires. <http://www.ai-gakkai.or.jp/>

JST : Japan Science and Technology Agency, institution responsable de la mise en oeuvre de la politique sur les Sciences et la Technologies du gouvernement japonais. Elle propose des aides aux chercheurs de plusieurs domaines, dont l'IA. <https://www.jst.go.jp/EN/index.html>

NICT : National Institute of Communication and Technologies, sous la tutelle du MIC, créé en 2004 est en charge de la promotion de la R&D dans le secteur des TIC. <https://www.nict.go.jp/en/about/index.html>

NIED : National Institute of Earth Science and Disaster Prevention, créé en 1963, encourage la recherche pour prévenir les catastrophes naturelles, une des applications de l'IA. <http://www.bosai.go.jp/e/>

NIMS : National Institute for Material Science, créée en 1956 est une organisation encourageant la R&D dans le secteur de la science des matériaux. <http://www.nims.go.jp/eng/index.html>

RIKEN – Center for Advanced Intelligence Project, est un centre de R&D sous la tutelle du MEXT créé en avril 2016, qui promeut la recherche en IA sur les aspects éthiques, légales et sociaux. <http://www.riken.jp/en/research/labs/aip/>

WBAI - Whole Brain Architecture Initiative : cette initiative est une ONG à utilité publique, travaillant avec le Riken, le Dwango AI Lab ou encore l'Université de Keio et en partenariat avec des grands groupes tels que Toyota, Toshiba ou Panasonic. Ils cherchent à mettre en relation les chercheurs développant des IA, et développant des modules imitant le cerveau humain : en combinant les technologies développées, ils encouragent la création d'une IA aussi flexible que le cerveau humain. <http://wba-initiative.org/en/>

ROYAUME-UNI

Q1/- Une initiative nationale spécifique sur l'intelligence artificielle a –t-elle été lancée ou envisagée ? Si oui, quelle forme prend-elle ? (rapport d'organismes spécialisés, consultation publique, etc.) Quel budget lui a été affecté ?

Le gouvernement britannique n'a pas lancé à ce jour « d'initiative nationale spécifique » sur l'intelligence artificielle. Toutefois, depuis fin 2016, de nombreuses institutions publiques (agences de l'État, Parlement, organe consultatif...) s'intéressent de près à l'intelligence artificielle et la robotique.

Le tableau ci-dessous retrace les principaux rapports et consultations produits sur le sujet :

Date de publication	Intitulé et descriptif	Institution
12/10 2016	<i>Robotics and artificial intelligence, Fifth Report of Session 2016–17</i> Le rapport se concentre sur 3 points principaux : – Les implications économiques et sociales. – Les questions éthiques et légales. – La situation de la recherche et de l'innovation, et leur financement. Les parlementaires recommandent notamment la création d'une commission permanente sur l'Intelligence Artificielle au sein de l'<i>Alan Turing Institute</i>, centre national pour la science des données (cf. Q2). Le gouvernement a émis une réponse prudente, en janvier 2017, affirmant qu'il continuerait à financer les <i>Catapult Centres</i> et le nouveau <i>Industrial Strategy Challenge Fund</i> (ISCF). Pour élaborer ce rapport, les parlementaires ont entendu 12 personnes, ont reçu 67 contributions écrites et ont visité Google DeepMind.	<i>House of Commons, Science and Technology Committee</i> Comité nommé par la Chambre des Communes pour examiner les dépenses de l'administration, la politique du <i>Gouvernement Office for Science</i> et des organismes publics associés.
21/10 2016	<i>Robotics, automation and artificial intelligence</i> Dans cette lettre adressée au Premier Ministre, le <i>Council for Science and Technology</i> insiste sur les opportunités commerciales de la robotique, des systèmes autonomes et de l'IA (<i>robotics, automation and artificial intelligence – RAAI</i>). Le CST présente au Premier Ministre 3 principales recommandations : – Identifier les secteurs économiques porteurs sur lesquels le RU doit concentrer ses efforts et développer les collaborations. – Fournir des infrastructures aux entreprises ainsi que des conseils techniques et commerciaux. – Développer les compétences et la recherche en robotique, systèmes autonomes et IA.	<i>Council for Science and Technology (CST)</i> Organe consultatif non-gouvernemental chargé de conseiller le Premier Ministre sur des problématiques de politique scientifique et technologique.

09/11 2016	<i>Artificial Intelligence: opportunities and implications for the future of decision making</i> Ce rapport fait suite à un séminaire organisé par la <i>British Academy</i>, l'académie nationale des sciences humaines et sociales du Royaume-Uni, en février 2016. Il pose trois questions principales : - Qu'est-ce que l'intelligence artificielle et comment est-elle utilisée ? - Comment peut-elle stimuler la productivité ? - Comment faire face aux risques éthiques et légaux que son usage va susciter ?	Gouvernement Office for Science (GO-Science) Département rattaché au <i>Cabinet Office</i> chargé de produire des études prospectives et d'animer des communautés d'experts afin de conseiller le gouvernement sur ses orientations générales en matière de science et technologie.
---------------	--	---

Q2/- Quelle est la situation de la recherche académique sur l'intelligence artificielle dans votre pays ? Quels sont ces domaines d'excellence dans les sciences et technologies utilisées pour l'IA ?

- Situation de la recherche académique sur l'intelligence artificielle

Quatre institutions favorisent le développement de la recherche en IA et des sciences associées

La recherche en intelligence artificielle est principalement soutenue par des institutions mettant en relation chercheurs académiques et entreprises technologiques. Quatre institutions jouent aujourd'hui un rôle moteur dans le développement de la recherche en intelligence artificielle ainsi que dans les sciences et technologies associées (notamment la science des données) au Royaume-Uni : l'Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC) qui est l'un des 7 conseils de recherche britanniques, l'agence publique de financement Innovate UK, le centre national pour la science des données Alan Turing Institute, et le Digital Catapult, centre d'innovation numérique. Chacune de ces institutions fait l'objet d'une présentation détaillée ci-dessous.

Les grandes universités britanniques investissent le terrain de l'IA et des sciences associées

Selon le site Whatuni, le Royaume-Uni compterait au moins 36 universités qui offrent une formation en IA, représentant un total de plus de 117 diplômes universitaires²⁸. Les grandes universités britanniques telles que Cambridge, Oxford ou encore UCL ont également des spécialités en mathématiques appliquées, science de l'informatique et machine learning. Nombreuses sont également celles à avoir investi le terrain des data science, en ouvrant des départements ou laboratoires qui offrent une double activité de formation (niveau master et doctorat) et de recherche académique. Il existe actuellement une dizaine de Data Science Institutes (DSI) au Royaume-Uni au sein des universités suivantes : Imperial College London ; University of Warwick ; University of Manchester ; Lancaster University ; Bournemouth University ; University of Essex (Institute for Analytics and Data Science) ; University of Leeds (Institute for Data Analytics); Cardiff University (Data Innovation Research Institute); St Andrews University (Institute for Data-Intensive Research); University of Loughborough (Centre for Data Science).

Toutefois, la recherche fondamentale pourrait également souffrir d'un phénomène de « migration industrielle » des étudiants en sciences informatiques vers les start-ups / entreprises spécialisées en AI. Cette tendance pourrait en effet laisser les universités « temporairement dépourvues de talent », comme l'a souligné la revue scientifique *Nature*²⁹.

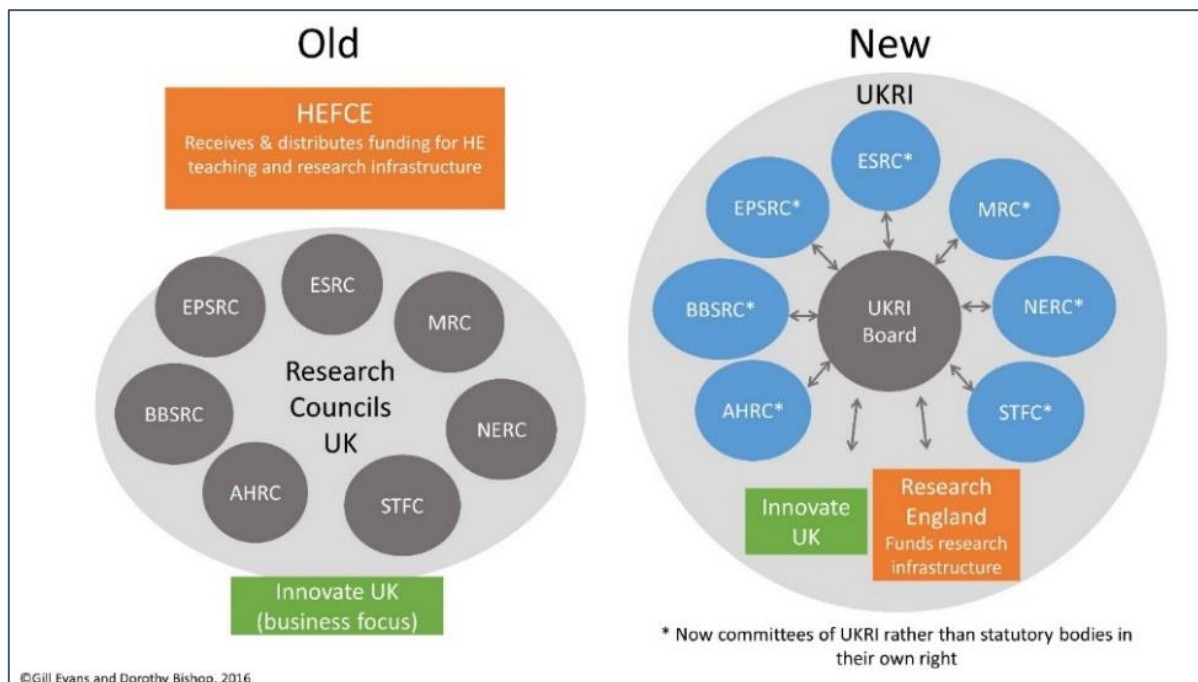
La recherche en IA devrait bénéficier de l'actuelle réforme des modes d'organisation de la recherche menée par le gouvernement britannique

²⁸ Ces Bachelors' et Master's Degree comportent des intitulés avec les termes : "Artificial Intelligence", "Robotics", "Computer Science", "Intelligent Systems", "Automation" ou encore "Cybernetics". <https://www.whatuni.com/degree-courses/search?subject=artificial-intelligence>

²⁹ Elizabeth Gibney, "[AI firms lure academics](#)", *Nature*, vol 532 (2016) p 422

Service économique régional de Londres

Le Royaume-Uni entend restructurer le paysage de la recherche et innovation. Un projet de loi sur l'enseignement supérieur ([Higher Education and Research Bill 2016- 17](#)) est actuellement devant la chambre des Lords. Il définit la forme que prendra le nouveau UKRI (UK Research and Innovation), une ombrelle destinée à rassembler les 7 conseils de recherche actuels, l'agence de financement Innovate UK, et le volet dédié à la recherche du HEFCE (Higher Education Funding for England). Avec cette restructuration, le gouvernement a la volonté de redéfinir totalement sa stratégie de recherche et innovation : celle-ci se veut multi- et interdisciplinaire afin de se confronter aux défis globaux du moment (réchauffement climatique, problème énergétique, mobilité au sein des villes, santé publique, etc...). Le gouvernement a mis à disposition de cette nouvelle structure un portefeuille de 6 Mds£, faisant du UKRI un outil puissant de financement de la recherche et de l'innovation.



Pour plus d'informations sur cette réforme, se référer aux rapports suivants élaborés par le Parlement et le gouvernement britanniques :

Date de publication	Intitulé et descriptif	Institution
06/2016	Case for the creation of UK research and innovation	Department for Business, Innovation & Skills (ex BEIS)
12/10 2016	Higher Education and Research Bill: UK Research and Innovation vision, principles and governance	Department for Education et Department for Business, Energy & Industrial Strategy
13/12 2016	Setting up UK Research & Innovation, Eighth Report of Session 2016-17	House of Commons, Science and Technology Committee

a) Focus sur Alan Turing Institute, centre national pour la science des données

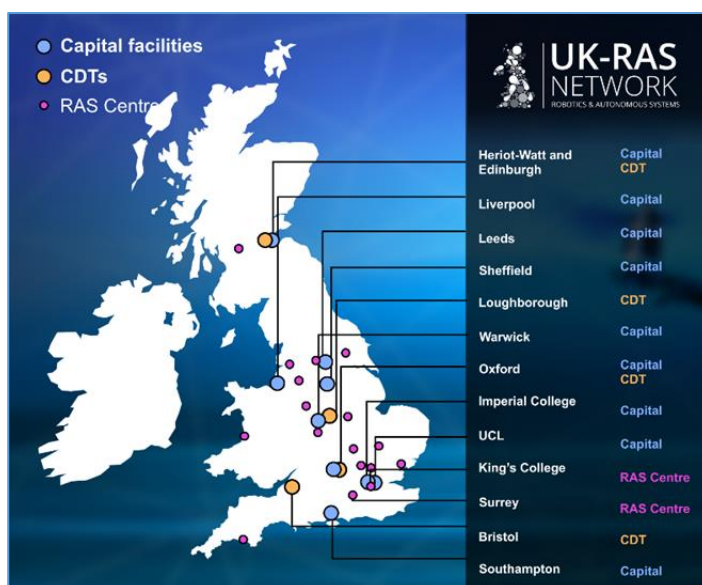
Statut & Création	Missions				
› Joint-venture entre 5 universités (Cambridge, Edimbourg, Oxford, UCL, Warwick) et le conseil de recherche Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC) › Rassemble 87 chercheurs › Annoncé par le Chancelier de l'Echiquier dans le budget de mars 2014 et inauguré en novembre 2015	<u>Alan Turing Institute</u> a 4 principales missions : 1. Développer son activité de recherche fondamentale en data science. 2. Etablir des partenariats stratégiques afin de soutenir les applications de ses travaux de recherche. 3. Assumer une activité d'enseignement afin de former la prochaine génération de data scientists. 4. Intervenir dans les grands débats publics et de société relatifs aux données. L'Institut oriente ses travaux autour de : <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="603 725 1002 792">4 domaines thématiques</th><th data-bbox="1010 725 1407 792">6 secteurs d'application de recherche</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="603 826 1002 1028"> › Représentations mathématiques › Inférence et apprentissage › Systèmes et plateformes › Compréhension du comportement humain </td><td data-bbox="1010 826 1407 1028"> › Ingénierie › Technologie › Défense et sécurité › Villes intelligentes › Services financiers › Santé et bien-être </td></tr> </tbody> </table>	4 domaines thématiques	6 secteurs d'application de recherche	› Représentations mathématiques › Inférence et apprentissage › Systèmes et plateformes › Compréhension du comportement humain	› Ingénierie › Technologie › Défense et sécurité › Villes intelligentes › Services financiers › Santé et bien-être
4 domaines thématiques	6 secteurs d'application de recherche				
› Représentations mathématiques › Inférence et apprentissage › Systèmes et plateformes › Compréhension du comportement humain	› Ingénierie › Technologie › Défense et sécurité › Villes intelligentes › Services financiers › Santé et bien-être				
Budget	Chantiers clés				
› Investissement du gouvernement de 45 M£ sur 5 ans, auxquels s'ajoutent la contribution des universités partenaires (5 M£ chacune) et des partenaires privés recherchés par l'Institut	L'Institut a signé plusieurs partenariats stratégiques afin de soutenir ses premiers travaux de recherche, entre autres avec : › La Lloyd Register Foundation : cette charity dédiée au développement de la recherche et de l'éducation en ingénierie investit 10 M£ sur 5 ans dans un programme de recherche conjoint avec l'Institut afin d'explorer le rôle et les applications des données en ingénierie. › L'agence de renseignement britannique GCHQ (<i>Government Communications Headquarters</i>) : l'Institut et le GCHQ ont annoncé au cours de l'été 2015 leur intention de collaborer sur la diffusion de bonnes pratiques pour l'exploitation des big data, ainsi que de travailler à l'éducation et la recherche sur les méthodes d'analyse pouvant s'appliquer aux données ouvertes et commerciales.				

b) Focus sur Innovate UK

Statut & Création	Missions
› Agence publique de financement placée sous la tutelle du BEIS (<i>Business, Energy and Industrial Strategy</i>) › Créée en 2007 et compte 300 salariés › 11 562 projets financés depuis 2007 › 55 000 emplois créés grâce à l'appui d'Innovate UK	Innovate UK a 3 principales missions orientées « business » : 1. Prospector : Repérer les tendances de demain. 2. Financer : Soutenir financièrement le développement de projets innovants. 3. Connecter : Mettre en relation des entreprises avec d'autres entreprises, des partenaires, le gouvernement, des universitaires... L'agence s'est récemment restructurée autour de quatre groupes thématiques, auxquels s'ajoute un programme « ouvert » indépendamment des secteurs technologiques concernés : 4 domaines thématiques + 1 programme « ouvert » ▪ Technologies émergentes et habilitantes ▪ Santé et sciences de la vie ▪ Systèmes d'infrastructures ▪ Manufacture et matériaux ▪ Programme ouvert › Innovate UK est notamment chargé des Centres Catapult, dont la mission est de connecter universités et entreprises dans un domaine technologique spécifique.
Budget	Chantiers clés
› 561 M£ de budget pour 2016-17 › La partie "technologies habilitantes" dotée d'un budget de 86 m£ investira entre autres, dans les domaines de la cyber-sécurité, des données, et de l'internet des objets	› Innovate UK a créé en 2013 un « Robotics and Autonomous Systems Special Interest Group » (RAS-SIG). Ce pôle d'intérêt réunissant des acteurs publics et privés est chargé d'analyser l'état de la recherche en robotique et systèmes autonomes. En 2014, le RAS-SIG a publié une stratégie à horizon 2020 sur le secteur.

c) Focus sur l'Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC)

Statut & Création	Missions
› Organisme public financé principalement par le BEIS (<i>Business, Energy and Industrial Strategy</i>) › Créé en 1994 et compte 230 salariés	L'EPSRC a deux missions principales : 1. Promouvoir et soutenir, par tous les moyens, la recherche et l'enseignement supérieur dans le domaine de l'ingénierie et des sciences physiques. 2. Améliorer les connaissances ainsi que former des scientifiques et ingénieurs qui répondent aux besoins de l'économie.
Budget	Chantiers clés
› Investissement d'environ 800 M£ par an dans des programmes de recherche et formations doctorales	› Création en 2015 de l'EPSRC UK-RAS Network, réseau sur la robotique et les systèmes autonomes ayant pour mission d'assurer une collaboration entre acteurs académiques et industriels ainsi que de coordonner les activités de huit infrastructures (<i>Capital facilities</i>) et quatre centres de formation doctorale (<i>Centres for Doctoral Training – CDT</i>), à travers le Royaume-Uni.



d) Focus sur le Digital Catapult, centre national d'innovation

Statut & Création	Missions
› Structure à but non lucratif › Créée en 2014 par Innovate UK et compte environ 90 employés › Membre d'un réseau de 11 Catapults › 4 antennes locales : North East & Tees Valley / Brighton / Yorkshire / Northern Ireland › Bilan des 2 années passées : - + de 2000 PME ont été soutenues par le Catapult - 68 entreprises ont exposé leur produit au sein du Catapult - 40 partenariats ont été noués avec des universités - 41 projets livrés	Le Digital Catapult a été créé dans l'objectif d'accélérer la croissance du secteur numérique et la productivité du RU. Pour ce faire, le Catapult a 2 missions principales : 1. Aider les PME à se développer (conseils ; mise en relation avec des acteurs clés de l'écosystème : académiciens, grosses entreprises,... ; aide à la recherche de financements et au prototypage...) 2. Soutenir les grandes entreprises dans la mise en œuvre de leur transformation digitale (prestations payantes) Le Digital Catapult assure un travail de veille et recherche sur les technologies innovantes. Il a notamment noué plusieurs partenariats avec des universités. A ce jour, le centre se concentre sur 4 « classes » de technologies : 4 technologies ciblées ▪ <i>"Connected"</i> : Internet des objets, 5G, liaisons sans fil à faible consommation énergétique ▪ <i>"Data-driven"</i> : confiance numérique, confidentialité des données, blockchain, cyber-sécurité ▪ <i>"Intelligent"</i> : machine learning, intelligence artificielle ▪ <i>"Immersive"</i> : réalité virtuelle, réalité augmentée, technologie haptique
Budget	Chantiers clés
› Budget total : ~7 M£ › Financement : 1/3 Innovate UK ; 1/3 fonds nationaux & européens ; 1/3 prestations de consulting	› Le Digital Catapult travaille étroitement avec l'Alan Turing Institute lequel est localisé à quelques pas du Catapult au cœur de la British Library. › Il facilite la R&D, notamment en intelligence artificielle et technologies associée grâce à une collaboration entre chercheurs académiques et entreprises. › Le Catapult a mené plusieurs projets visant notamment à faciliter l'exploitation de données : - Création de portails d'accès à des jeux de données spécialisées tels que <i>l'Environmental Data Exchange</i> pour des jeux de données environnementales (pollution de l'air à Londres, climat, etc.) ou encore <i>le Building Data Exchange</i> pour des jeux de données sur le secteur de la construction. - Elaboration du data Catalyser : plateforme de cloud sécurisée, destinée aux entreprises, afin de leur offrir un espace d'échange et d'exploitation de données fermées. Parmi les services proposés figure une suite d'outils d'analyse big data.

- Domaines d'excellence dans les sciences et technologies utilisées pour l'IA

Service économique régional de Londres

Depuis 2010, la thématique des compétences informatiques, notamment sur le secteur émergent et très compétitif de la « science des données » (*data science*) constitue une vraie priorité nationale. Un grand nombre de documents stratégiques nationaux ont été établis avec l'aide des milieux scientifiques et économiques, et des plans d'actions volontaristes ont été mis en place et financés par le gouvernement ; les diverses structures d'innovation et de transfert créées depuis peu (notamment les centres Catapult) leur accorde ainsi une place prépondérante. Le gouvernement britannique a ainsi investi à la fois dans la recherche universitaire, contribuant à faire de la *data science* une discipline académique à part entière, dans les superordinateurs et dans des infrastructures de réseau. Quant au secteur privé, il s'est engagé avec les universités et organismes de recherche que ce soit pour le financement de laboratoires ou d'infrastructures, la signature de partenariats scientifiques ou encore l'accès aux infrastructures informatiques à haute performance

Pour plus d'information sur le Big Data et la Data Science au Royaume-Uni, se référer au rapport élaboré par le service scientifique de l'Ambassade de France au Royaume-Uni :

Date de publication	Intitulé et descriptif	Institution
Sept. –Oct. 2016	<u>La révolution de la donnée au Royaume-Uni – Big Data et Data Science</u>	Ambassade de France au Royaume-Uni Service Science & Technologie

Q3/- Quelle est la situation de l'industrie de l'intelligence artificielle dans votre pays ? Dans quelle mesure les acteurs économiques ont-ils intégré les technologies de l'intelligence artificielle dans leurs processus et produits ? Décrivez l'écosystème de startups qui proposent des produits et services basé sur l'IA ? Quelles sont les 5 à 10 jeunes entreprises innovantes les plus prometteuses ?

- Situation de l'industrie de l'intelligence artificielle

La présence sur le territoire britannique de géants de la Tech tels que Google, IBM, Microsoft ou encore Facebook bénéficie fortement au développement de l'IA au Royaume-Uni.

À l'heure actuelle, le secteur de la robotique est peu développé au Royaume-Uni par rapport à d'autres pays. Selon Paul Mason, directeur des technologies émergentes et habilitantes chez Innovate UK, la Chine a exporté en 2015, 75 000 robots par voie maritime contre 2400 pour le Royaume-Uni. Pour le professeur Philip Nelson (Conseil de recherche britannique), le Royaume-Uni accuse un retard dans le déploiement de la robotique, comparé à la Corée du Sud (investissement de 100 M\$ par an au cours des 10 dernières années) ou encore le Japon (350 M\$ investi dans un grand programme de robotique).

- Ecosystème de startups & jeunes entreprises innovantes

C'est au Royaume-Uni qu'ont émergé certains des plus grands succès en matière d'intelligence artificielle. C'est le cas des startups DeepMind créée à Londres en 2010 et vendue quatre ans plus tard à Google pour 400 M€, VocalIQ (achetée par Apple) ou encore MagicPony (achetée par Twitter). Le tableau ci-dessous recense les principaux rachats des start-ups britanniques spécialisées dans l'IA par les géants de la Tech.

a) Rachat des grands succès britanniques dans l'IA

Entreprise	Date du rachat	Acheteur
DeepMind <i>DeepMind is a cutting edge artificial intelligence company. The company combines the best techniques from machine learning and systems neuroscience to build powerful general-purpose learning algorithms.</i>	27/01/2014	Google (400 M€)
Dark Blue Labs <i>Dark Blue Labs specializes in learning deep structured and unstructured representations of data to make intelligent products, including natural language understanding, a reality.</i>	23/10/2014	Google DeepMind
Vision Factory <i>Vision Factory provides world-class, scientifically-proven object recognition and text recognition systems based on deep learning.</i>	23/10/2014	Google DeepMind
Vocal IQ <i>VocalIQ is a spin-out company from the Spoken Dialogue Systems Group at University of Cambridge, UK. Still based in Cambridge, the company builds a platform for voice interfaces, making it easy for everybody to voice enable their devices and apps. Example application areas include smartphones, robots, cars, call-centres, and games</i>	02/10/2015	Apple
SwiftKey <i>SwiftKey is a technology company that aims to enhance interaction between keyboards and people. It upgrades smartphone keyboards to make typing faster, by utilizing artificial intelligence to learn from each user in order to autocorrect and predict their next word. The SwiftKey Keyboard for Android supports more than 80 languages.</i>	03/02/2016	Microsoft
Magic Pony <i>Magic Pony is a London-based technology company that has developed novel machine learning techniques for visual processing. The company is a research-led technology company developing state-of-the-art machine-learning based approaches for visual processing on web, desktop and mobile.</i>	20/06/2016	Twitter

b) Entreprises prometteuses

Source: [10 British AI companies to look out for in 2016, Business Insider UK](#), 5 January 2016

Onfido — background check service <i>Onfido's technology allows companies to carry out remote background checks and is used by everyone from upmarket Airbnb rival Onefinestay and on-demand cleaning business Handy, to Germany software giant SAP and recruiter Hays. Instead of just requesting just a name, date of birth and other easily stolen data, Onfido combines a number of different checks, in addition to using artificial intelligence and machine learning to build the sophistication of its fraud detection over time.</i>	▪ Date de création : 2012 ▪ Fondateurs : Husayn Kassai, Eamon Jubbawy and Ruhul Amin ▪ Siège : Aldgate East, Londres ▪ Financement : 3.6 M€
Tractable — visual recognition platform <i>Tractable describes its technology as a fully automated visual recognition platform with artificial intelligence. The company uses deep learning to reclassify large-scale data sets in insurance, health, and many other sectors. Its goal is to match human accuracy in the next six months. Tractable was founded by Alex Dalyac and Razvan Ranca. Dalyac completed his masters degree in computer science at Imperial College, whilst Ranca was a prize-winning computer science graduate from Cambridge University conducting research in computer vision.</i>	▪ Date de création : 2015 ▪ Fondateurs : Alexandre Dalyac ▪ Siège : Mile End, Londres ▪ Financement : 1.24 M€
Synap — student revision app <i>Synap is a mobile and web app, founded by medical students James Gupta and Omair Vaiyani, that allows students and professionals to prepare for exams by taking quizzes that are developed by other members of the Synap community. The app — already used by medical students at Oxford and business students at the London School of Economics — uses AI algorithms to tailor lessons and revision schedules for individual students.</i>	▪ Date de création : 2015 ▪ Fondateurs : James Gupta and Omair Vaiyani ▪ Siège : Leeds ▪ Financement : 208.000€
Status Today — security startup that watches human behaviour <i>Status Today claims on its website that it employs a unique approach to security. The company analyses behavior in the context of humans and their intended actions to protect individuals and the company they work for. Using machine learning techniques and "organisational human behaviour analysis," Status Today claims it can detect any possible malicious behavior, no matter how big or small.</i>	▪ Date de création : 2015 ▪ Fondateurs : Ankur Modi and Mircea Dumitrescu ▪ Siège : Liverpool Street, Londres ▪ Financement : N/C
Rainbird — automation software specialist <i>Rainbird is an artificial intelligence platform that aims to make a company's business operations smarter. The platform allows companies to build systems with human-like decision making abilities. According to Rainbird's website, the company's technology can be used to create "a powerful ecosystem for re-engineering knowledge work enabling you to automate and augment the work your staff perform".</i>	▪ Date de création : 2013 ▪ Fondateurs : James Duez and Ben Taylor ▪ Siège : Clerkenwell, Londres ▪ Financement : N/C
Weave.AI — beta startup aiming to transform mobile with AI <i>Weave.ai is a London startup in stealth mode but reports suggest it is building an alternative to Google Now that can mine tweets for context</i>	▪ Date de création : 2015

and bring up relevant data in other apps on your phone. The company wants to transform the mobile experience using AI, contextual search and deeplinking, learning from users as it goes and offering them information and services from the other apps on a phone. A private beta will be rolled out "very soon" and weave.ai is inviting people to sign up to be a part of it.

- Fondateurs : Stéphane Bura, Mikkel Birkegaard Andersen, Ben Sizer, Rodolfo Rosini
- Siège : Clerkenwell, Londres
- Financement : N/C

Q4/- Existe-t-il des formations adaptées (en nombre et en contenu) aux métiers technologiques liés à l'intelligence artificielle ? Si non, des mesures particulières ont-elles été mises en place ou envisagées pour garantir l'adéquation des formations avec les besoins futurs en techniciens, ingénieurs et autres métiers de l'intelligence artificielle ? Quel est le parcours des étudiants après leur formation ?

Selon le site Whatuni, le Royaume-Uni compterait au moins 36 universités qui offrent une formation en IA, représentant un total de plus de 117 diplômes universitaires³⁰. Les grandes universités britanniques telles que Cambridge, Oxford ou encore UCL ont également des spécialités en mathématiques appliquées, science de l'informatique et *machine learning*. Nombreuses sont également celles à avoir investi le terrain des *data science*, en ouvrant des départements ou laboratoires qui offrent une double activité de formation (niveau master et doctorat) et de recherche académique.

Malgré ces différentes formations, le Royaume-Uni fait face à une pénurie de talents dans ce secteur. Pour l'organisation professionnelle TechUK représentant près de 900 entreprises du secteur numérique, le pays manquerait de compétences en « développement de logiciel, design de systèmes, ingénierie, programmation ou encore science des données, des domaines indispensables au développement de la robotique et de l'IA ».³¹

Pour pallier ce manque de compétences, un fonds de 170 M£ devrait permettre de créer des Instituts de Technologie à travers le Royaume-Uni, chargé de développer des compétences en sciences, technologie, ingénierie et mathématiques. Cette annonce a été faite le 23 janvier 2017 lors de la présentation du [« Livre vert » sur la nouvelle stratégie industrielle britannique](#) par Theresa May.

Le 9 février 2017, à l'occasion de la publication de la stratégie numérique du GDS ([Government Transformation Strategy](#)), le gouvernement a également annoncé vouloir créer un corps de fonctionnaires possédant une expertise approfondie en matière de numérique, données et technologie (*Digital, Data and Technology – DdaT*). Le *Government Digital Service* (GDS), organe du *Cabinet Office* chargé de piloter la transformation numérique du gouvernement, l'*Office for National Statistics* et le *Government Office for Science* travailleront également à la création d'un campus dédié à l'amélioration des compétences en science des données.

³⁰ Ces Bachelors' et Master's Degree comportent des intitulés avec les termes : "Artificial Intelligence", "Robotics", "Computer Science", "Intelligent Systems", "Automation" ou encore "Cybernetics". <https://www.whatuni.com/degree-courses/search?subject=artificial-intelligence>

³¹ [Written evidence submitted by techUK](#) for House of Commons, Science and Technology Committee's Report on Robotics and IA, May 2016

Q5/- De quelle manière [la recherche académique en intelligence artificielle](#) est-elle ou va-t-elle être soutenue ? Est-ce une initiative spécifique ou une partie d'une stratégie plus large (telle que le développement d'une [industrie du futur](#) par exemple) ? Quels sont les [budgets annuels alloués à la recherche dans ce domaine](#) et leur évolution prévisible ?

Les dépenses de R&D du Royaume-Uni (1,72 % du PIB en 2014) sont globalement inférieures à celles de la France (2,26 %) ou de l'Allemagne (2,84 %). La Confédération de l'Industrie Britannique (CBI) a recommandé une augmentation de la part des dépenses publiques de R&D afin d'atteindre un objectif de 3% du PIB en 2025.

Une augmentation du financement de la R&D de 4,7 milliards de livres sur quatre ans, jusqu'en 2020-21, a été annoncée dans l'*Autumn Statement 2016* (« [pré-budget](#) » du 23 novembre 2016, préparant le budget de l'année fiscale 2017-18). Cet investissement ciblera notamment les domaines prioritaires que sont l'IA, la robotique, les technologies énergétiques intelligentes, les biotechnologies et la 5G. Ces fonds seront attribués de deux façons : à travers un nouveau fond industriel « *Industrial Strategy Challenge Fund* » (géré par Innovate UK et par les Research Councils), et via l'attribution de financements par UK Research & Innovation ([UKRI](#)).

Dans le « livre vert » sur la nouvelle stratégie industrielle britannique, présentée le 23 janvier 2017, le gouvernement a réitéré son intention d'investir 4,7 Md£ supplémentaires d'ici 2020-21 dans un fonds de recherche et développement, qui permettra entre autres de développer la robotique et l'intelligence artificielle (cf. annexe 1 pour une présentation détaillée du « Livre vert »).

Actuellement, le gouvernement britannique investit environ 6,3 milliards de livres par an pour la R&D – en plus du financement des établissements d'enseignement supérieur – ainsi que de 2 milliards de livres en crédits d'impôt pour les entreprises qui effectuent des activités de R&D.

Cependant, des chercheurs universitaires s'inquiètent d'une éventuelle diminution des fonds de R&D suite au Brexit³². En effet, l'Union européenne est active sur le thème de l'intelligence artificielle de multiples façons, par exemple à travers le financement de projets par le programme Horizon 2020 ; avec l'association EuRobotics AISBL (European Robotics Coordination Action) ; avec le partenariat public-privé pour la robotique en Europe (SPARC) ; ou encore avec le financement d'événements tels que « European Robotics Forum » qui aura lieu en mars 2017 à Edimbourg. En 2015, le *Council for Science and Technology* a calculé que 80% des financements de la recherche en robotique et système autonome venaient de l'UE³³.

Q6/- De quelle manière le [transfert de technologie entre la recherche académique et les entreprises technologiques](#) est-il ou va-t-il être soutenu (incitations financières et fiscales, mise en relation, etc.) ? Est-ce une initiative spécifique ou une partie d'une stratégie plus large (telle que le développement d'une industrie du futur par exemple) ?

Les écosystèmes universitaires et industriels sont particulièrement bien reliés au Royaume-Uni. Plusieurs start-ups à succès dans le domaine de l'IA ont débuté comme projets de recherche au sein d'universités britanniques, telles que Cambridge, Oxford, Imperial et UCL. À titre d'exemple, les start-ups Dark Blue Labs et Improbable ont débuté à Oxford tout comme VocalIQ est née à Cambridge (cf. *Question 3 pour une description détaillée de ces start-ups*).

Nombreuses sont les collaborations entre entreprises et universités. Depuis Juin 2016, Google DeepMind travaille notamment avec l'Université d'Oxford pour développer un « kill switch », un code qui permette à un surveillant humain d'interrompre de façon répétée et sans risque un système d'IA, sans que le système apprenne à éviter ou à manipuler ces interventions.

³² *Nature*, « [How scientists reacted to the Brexit](#) », 24 June 2016 ; *Nature*, « [Brexit watch: UK researchers scramble to save science](#) », 22 July 2016 ; *The New York Times*, « [Brexit May Hurt Britain Where It Thrives: Science and Research](#) », 17 October 2016

³³ Prime Minister's Council for Science and Technology, [Science Landscape Seminar Reports: Robotics and Autonomous Systems \(RAS\)](#), June 2015

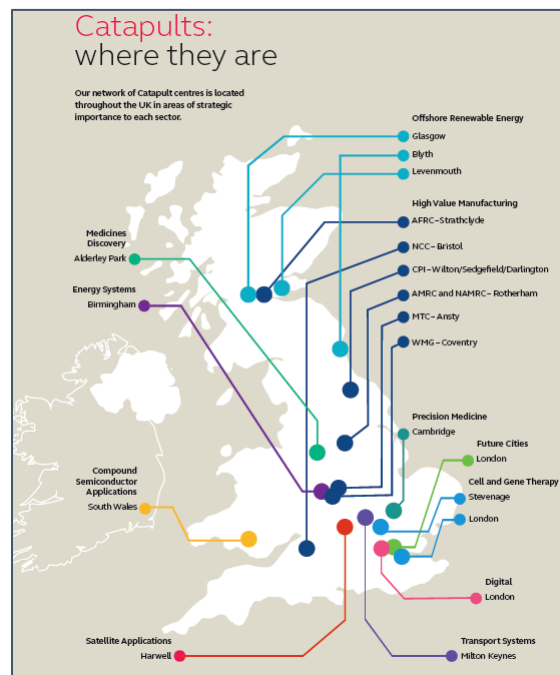
Avec la création des centres catapult, le gouvernement britannique entend également soutenir le transfert de technologie entre la recherche académique et les entreprises technologiques. Les centres Catapult sont des centres physiques, indépendants et à but non lucratif, dont la finalité première est de connecter les universités et les entreprises dans un domaine technologique spécifique. Les missions des centres Catapult sont :

- de réduire le risque de l'innovation ;
- d'accélérer le rythme du développement commercial ;
- de créer de l'emploi ;
- de promouvoir une croissance durable ;
- de développer les compétences et les connaissances au Royaume-Uni.

Bien qu'ils aient été modelés à l'image des instituts Fraunhofer, les centres Catapult en diffèrent à plusieurs niveaux, du fait qu'ils ont été conçus dans une logique de « market-pull » plutôt que de « technology-push ». Le réseau des 11 centres Catapult est piloté par l'agence britannique Innovate UK. Le financement des centres Catapult suit un modèle mixte, avec une répartition équitable entre :

- une subvention de base, accordée directement à chaque centre Catapult par Innovate UK et qui vise à assurer un investissement en infrastructure pour le long terme ainsi que le développement d'expertise et des compétences ;
- des contrats de R&D, financés en intégralité par le secteur privé ;
- des subventions pour des projets de R&D collaboratifs, obtenues par la voie des appels à projet lancés par des agences de financement britanniques (conseils de recherche, Innovate UK) et européenne (Commission Européenne).

Pour plus d'informations sur les centres catapult, se référer au rapport élaboré par le service scientifique de l'Ambassade de France au Royaume-Uni :



Date de publication	Intitulé et descriptif	Institution
Déc. 2015	<u>Les centres catapult</u>	Ambassade de France au Royaume-Uni Service Science & Technologie

Service économique régional de Londres

Enfin, les *Engineering Doctorates* ou encore les *Centres for Doctoral Training* (CDT) de l'EPSRC contribuent également à rapprocher les secteurs académiques et technologiques.

Un [Engineering Doctorate](#) est une alternative au traditionnel doctorat, destinée aux étudiants qui souhaitent poursuivre une carrière dans l'industrie. Un programme de quatre ans combine un projet de recherche avec des cours. Les étudiants consacrent environ 75 % de leur temps à travailler directement avec une entreprise. Les étudiants étant « sponsorisés » par un partenaire industriel, celui-ci est impliqué dans la sélection du candidat et dans l'élaboration de son programme de cours. Le programme Engineering Doctorate opère au sein d'écoles doctorales universitaires (Engineering Doctorate Centres) qui recrutent un groupe d'étudiants pour travailler dans un domaine de recherche ou dans un secteur industriel précis. Le programme est ouvert à tous les diplômés en sciences de l'ingénieur.

Les [centres de formation doctorale](#) (CDTs) sont majoritairement financés par l'EPSRC. Il s'agit de structures hybrides à mi-chemin de l'enseignement et de la recherche organisées autour de grandes problématiques scientifiques transdisciplinaires, associant des experts issus de divers horizons ; l'accent est tout particulièrement mis sur les collaborations avec le secteur privé. Les doctorants retenus sont financés pendant quatre ans. Bien qu'il en existe depuis la fin des années 2000, une vague importante de nouveaux CDTs (115) financés à hauteur de 500 M£ par l'EPSRC et 450 M£ par des partenaires extérieurs (industrie, universités, etc.) a été annoncée en 2013.

Q7/- Des [mesures particulières de soutien au développement aux entreprises](#) ont-elles été mises en place ou envisagées pour les entreprises spécialisées dans l'intelligence artificielle ([incubateurs](#), dispositifs de financement et d'investissement dédiés) ?

Les institutions présentées dans la Q1 assurent un soutien au développement des entreprises spécialisées dans l'IA. Le Royaume-Uni bénéficie également d'un réseau de *business-angel* et capitaux-risqueurs investis dans ce secteur, tels que White Star Capital, Notion Capital ou encore Playfair ainsi que d'accélérateur tel qu'Entrepreneur First proposant des [programmes](#) pour les entrepreneurs en IA.

Q8/- Comment est préparée l'[adaptation des secteurs économiques](#) touchés par l'intelligence artificielle aux bouleversements qu'elle induira ? En particulier, quelles mesures ont été prises ou envisagées dans le domaine de la [formation ou de la sensibilisation des PME](#) à ces technologies ?

- Adaptation des secteurs économiques

Le 1er octobre 2016, Matthew Taylor, Directeur du think tank "the Royal Society of the Arts", a été chargé par le Premier Ministre d'étudier la façon dont l'emploi doit s'adapter aux nouveaux modèles économiques. Cette étude, actuellement en cours, traitera de l'impact de l'IA sur les secteurs économiques et présentera un certain nombre de recommandations pour préparer l'adaptation de l'économie à ces bouleversements.

Pour en savoir plus : [The Independent Review of Employment Practices in the Modern Economy](#).

- Formation / Sensibilisation des PME

Pas d'informations disponibles sur ce point.

Q9/- Quelles réflexions de plus long terme sont menées sur les impacts socioéconomiques, éthiques, politiques du développement de l'intelligence artificielle ? Quels impacts, positifs et négatifs, ont été identifiés ? Des actions publiques en la matière sont-elles d'ores et déjà envisagées ? Si oui, lesquelles et sous quelle forme (adaptation de la législation, auto- ou co-régulation avec les acteurs, négociations internationales) ?

- Réflexions de plus long terme menées sur les impacts socioéconomiques, éthiques..

La *British Academy*, académie nationale des sciences humaines et sociales du Royaume-Uni, contribue à nourrir la réflexion de plus long terme sur le sujet de l'IA. De janvier à mars 2017, elle organise une série de débats traitant des impacts aussi bien éthiques que socio-économiques du développement de l'IA.

01 - 03 2017	<u>Robotics, AI and Society</u>	British Academy
	De janvier à mars 2017, la <i>British Academy</i> organise une série de débats sur l'impact de la robotique et l'intelligence artificielle sur nos sociétés. Exemples de débats : – Avons-nous besoin d'une loi sur la robotique ? – Est-ce que l'intelligence artificielle menace notre société ? – Les humains peuvent-ils bénéficier des robots dans le cadre du travail ?	Académie nationale des sciences humaines et sociales du Royaume-Uni. Espace de débats en sciences humaines et sociales, elle participe au financement de projets de recherche.

Les réflexions éthiques et juridiques apparaissent particulièrement bien avancées au Royaume-Uni. Celles-ci sont notamment enrichies par les universités britanniques. Oxford a notamment créé [the Future of Humanity Institute](#) et Cambridge, [the Centre for the Study of Existential Risk](#).

The Future of Humanity Institute
<i>The Future of Humanity Institute is a multidisciplinary research centre at the University of Oxford. It enables leading researchers to bring the tools of mathematics, science, and philosophy to bear on big-picture questions about humanity and its prospects.</i> <i>We focus our research where we think it can make the greatest positive difference. This means we pursue questions that are (a) critically important for humanity's future, (b) unduly neglected, and (c) for which we have some idea for how to obtain an answer or a useful new insight.</i> <i>Our work is currently organised around two main themes: artificial intelligence and macrostrategy. In AI we build an understanding of the growing capabilities in this field and do technical research on the control and alignment problem; we also study the policy implications of advanced AI. In macrostrategy, we analyze the connections between long-term outcomes and present actions, looking for crucial considerations that point to opportunities for high-leverage interventions.</i> <i>We work closely with the Centre for Effective Altruism, DeepMind, OpenAI, the Machine Intelligence Research Institute, and the Cambridge Centre for the Study of Existential Risk. Our researchers regularly give advice to foundations, philanthropists, and governments.</i>
The Centre for the Study of Existential Risk
<i>The Centre for the Study of Existential Risk is an interdisciplinary research centre within the University of Cambridge dedicated to the study and mitigation of human extinction-level risks that may emerge from technological advances and human activity. We aim to combine key insights from the best minds across disciplines to tackle the greatest challenge of the 21st century: safely harnessing our rapidly-developing technological power</i>

- Identification des impacts positifs et négatifs

Arguments traditionnels développés :

- un boost pour la productivité
- des potentiels pour répondre aux grands défis de demain, que ce soit les soins de santé et services sociaux, la sécurité énergétique et le démantèlement nucléaire.
- Un risque de perte d'emplois liée à l'automatisation. Une étude menée par Deloitte évalue que 35% des emplois au Royaume-Uni seront affectés par l'automatisation dans les 10 à 20 prochaines années.³⁴.
- 4 principaux risques éthiques : vérification & validation / biais / responsabilité / confidentialité.
- Pistes d'actions envisagées

La Chambre des communes a notamment recommandé la création d'une commission permanente sur l'Intelligence Artificielle au sein de l'*Alan Turing Institute*, centre national pour la science des données (cf. Q2). Le gouvernement a émis une réponse prudente, en janvier 2017, affirmant qu'il continuerait à financer les *Catapult Centres* et le nouveau *Industrial Strategy Challenge Fund* (ISCF).

Q10/- Quelle est l'implication de votre pays dans les grands projets (UE s'il y a lieu et internationaux) en Intelligence Artificielle ?

Le Royaume-Uni est impliqué dans plusieurs projets à un niveau européen, dont voici quelques illustrations :

- Membre de la *European Robotics Coordination Action* avec R.U.Robots Limited
- Organisation de l'événement *European Robotics Forum* à Edimbourg du 22 au 24 mars 2017
- Présidence de l'*European Association for Artificial Intelligence* de 2014 à 2016

³⁴ Deloitte, *Agiletown : the relentless march of technology and London's response*, 2014

Annexe 1 : « Livre vert » sur la nouvelle stratégie industrielle britannique présentée le 23 janvier 2017

Theresa May a présenté le 23 janvier un « Livre vert » sur la nouvelle stratégie industrielle britannique. Le gouvernement souhaite répondre à deux problèmes : la faible productivité de l'industrie britannique et le déséquilibre territorial mis en évidence par les résultats du référendum. Cette stratégie vise à accroître la compétitivité du secteur industriel afin qu'il puisse s'imposer sur les marchés mondiaux (« Global Britain »). La vision du gouvernement s'articule autour de dix piliers stratégiques et se caractérise par un rôle « plus actif » de l'État, notamment dans la R&D et l'éducation, les secteurs à forte valeur ajoutée, l'énergie, le commerce et le rééquilibrage territorial. Si la majorité du secteur industriel a salué la proposition du gouvernement, l'opposition s'interroge sur la portée réelle et le caractère nouveau des mesures évoquées. La consultation est ouverte jusqu'à la mi-avril et la stratégie finale devrait être annoncée à l'été 2017.

1/ La nouvelle stratégie industrielle vise à répondre au double problème de l'affaiblissement de la productivité et des inégalités territoriales. Depuis la crise de 2008, la productivité du Royaume-Uni s'est faiblement redressée mais la productivité horaire demeure inférieure de 20% à la moyenne des pays du G7, hors RU (- 28% par rapport à la France). La compétitivité de l'économie britannique pâtit également du retard de développement de certaines de ses régions : le PIB par habitant dans le Grand Londres est ainsi 2,5 fois plus élevé qu'au Pays-de-Galles. La stratégie industrielle dévoilée par Theresa May vise à « faire face à ces faiblesses sous-jacentes » tout en capitalisant sur les forces du pays (croissance dynamique, faible chômage, pays le plus nobélisé en Europe, etc.)

2/ Pour répondre à ce défi, le gouvernement a établi une liste de 10 « piliers stratégiques » autour desquels se structurera son action future en matière de stratégie industrielle : (1) science et R&D, (2) formation, (3) modernisation des infrastructures, (4) soutien aux jeunes entreprises, (5) mobilisation de la commande publique, (6) promotion du commerce et des investissements extérieurs, (7) garantie d'une énergie abordable et d'une croissance verte, (8) conclusion d'accords sectoriels, (9) lutter contre les inégalités régionales et (10) créer des institutions locales.

3/ Le numérique est au cœur de la stratégie industrielle du gouvernement. Trois pistes ont été particulièrement bien accueillies par la communauté *Tech* : un investissement renforcé dans la recherche et développement, un développement des compétences adaptées aux besoins de l'industrie, ainsi qu'un soutien accru pour encourager le « développement rapide » des entreprises (« *scale-up* »). Le gouvernement réitère son intention d'investir 4,7 Md£ supplémentaires d'ici 2020-21 dans un fonds de recherche et développement, qui permettra entre autres de développer la robotique et l'intelligence artificielle, la technologie spatiale ou encore la 5G (cette annonce figurait dans l'*Autumn Statement* 2016). Un fonds de 170 M£ devrait également permettre de créer des Instituts de Technologie à travers le Royaume-Uni, chargés notamment de développer des compétences en sciences, technologie, ingénierie et mathématiques. Enfin, la stratégie insiste sur l'importance des « *scale-ups* »³⁵ et rappelle la proposition faite lors de l'*Autumn Statement* 2016 de confier au Trésor anglais une étude permettant d'identifier les obstacles à l'accès au financement à long terme pour les entreprises en croissance (« *patient capital review* »).

4/ S'appuyant sur les réussites de la filière aéronautique et automobile, le gouvernement propose de passer des « accords sectoriels » sur cinq secteurs à forte valeur ajoutée (cf. pilier 8) : les sciences de la vie, la transition vers les véhicules propres, la numérisation industrielle, les industries créatives et l'industrie nucléaire. Loin de se limiter à ces cinq secteurs, le gouvernement indique être prêt à s'engager avec des secteurs qui voudraient s'organiser pour bénéficier du même soutien. Le soutien offert par l'Etat britannique se matérialisera par une collaboration accrue entre le gouvernement et les entreprises afin de supprimer les barrières réglementaires, promouvoir l'innovation, favoriser les exportations et accélérer la commercialisation des projets de recherche. Le « Livre vert » ne mentionne toutefois aucune aide financière précise, ni dans le format, ni dans le montant. Cette proposition devrait contribuer à rassurer certains industriels qui ont demandé à bénéficier du même traitement accordé au constructeur automobile Nissan. Ce dernier avait obtenu des garanties en échange du maintien de ses investissements dans le pays. Les experts s'inquiètent toutefois de la capacité d'organisation des PME et craignent que les « accords sectoriels » ne concernent que les grandes entreprises.

³⁵ C'est-à-dire des start-ups qui ont un chiffre d'affaires et/ou une masse salariale en croissance d'au moins 20% sur 3 années consécutives et qui ont fait l'objet d'au moins une levée de fonds au cours des 5 dernières années.

5/ Le plan du gouvernement met l'accent sur la lutte contre les inégalités régionales mais peine à proposer des mesures concrètes. Souhaitant prendre en compte le vote des régions désindustrialisées qui ont largement plébiscité une sortie de l'Union européenne lors du référendum, le gouvernement s'est engagé à rééquilibrer le territoire. Cette priorité se traduit par l'engagement du *Cabinet Office* à examiner l'opportunité d'une décentralisation en régions des organismes gouvernementaux et des organisations culturelles dans le but de renforcer les « clusters locaux ». A l'exception de cette annonce, le « Livre vert » contient seulement des pistes de réflexion pour une meilleure collaboration public-privé-université.

6/ Avec le financement des infrastructures, l'énergie constitue le seul secteur thématique retenu. Deux mesures phares traduisent la volonté du gouvernement de réduire le coût de l'énergie et de garantir une croissance verte (cf. pilier 7, Annexe 1). Premièrement, le gouvernement étudiera l'opportunité d'un nouveau centre de recherche sur les batteries, le stockage d'énergie et les nouvelles technologies pour les réseaux d'ici l'été 2017. Deuxièmement, le gouvernement proposera une feuille de route pour réduire la consommation d'énergie des entreprises ainsi qu'une analyse de réduction des coûts de l'éolien en mer et pour décarboner la production d'électricité. La presse en déduit une possible annonce de réduction des aides d'État à l'éolien en mer ; en avril 2017, 580 M€ d'aides d'État seront attribués par enchères aux énergies renouvelables dont essentiellement l'éolien en mer. Enfin, le « Livre Vert » aborde le nucléaire sous l'angle de l'amélioration des compétences pour répondre aux besoins de main d'œuvre qualifiée du parc de nouvelle génération dont Hinkley Point est le point de départ (Cf. ND-2016-813379 et ND-2016-897655).

7/ Le gouvernement cherche enfin le moyen de favoriser les investissements étrangers qui ont le plus d'impact sur la croissance et lance une consultation sur le sujet³⁶ (cf. pilier 6). Le gouvernement va également encourager la structuration d'une offre britannique unique pour répondre aux appels d'offres des projets de grande échelle, notamment dans le secteur de la défense et des infrastructures, en réunissant les entreprises sous la forme de forum (« *Infrastructure Exports Leadership Forum* » ; sans détail du type recherché) (cf. Annexe 3).

1/ Le parti libéral-démocrate dénonce l'absence de prise en compte des conséquences de la sortie du marché unique en termes de financements européens et d'accès à la main d'œuvre. Les secteurs de la science et la R&D, l'éducation ou encore les infrastructures dépendent fortement des fonds européens dont l'avenir est désormais incertain (ex: programme H2020) ainsi que des travailleurs européens qualifiés, menacés, eux, par la fin de la liberté de circulation des personnes.

2/ Le Livre vert est également accusé de ne pas aller bien au-delà d'un simple rappel de mesures déjà annoncées. Cela est particulièrement le cas dans l'éducation où les propositions du gouvernement proviennent largement du rapport [Sainsbury](#) d'avril 2016 dédié à la formation technique, ou, encore, dans les infrastructures, pour lesquelles les réformes et les fonds présentés avaient été annoncés à l'occasion de l'Autumn Statement 2016.

³⁶ Le DIT va lancer une [consultation](#) sur la stratégie industrielle, qui comprend la question suivante: *What can we learn from other countries to improve our support for inward investment and how we measure its success? Should we put more emphasis on measuring the impact of Foreign Direct Investment (FDI) on growth?*

SUÈDE

Éléments locaux de contexte du pays questionné :

La recherche académique sur l'intelligence artificielle et l'industrie spécialisée dans le domaine sont dynamiques en Suède. Cependant, les pouvoirs publics suédois ne considèrent pas, à l'heure actuelle, que le pays ait les moyens de devenir leader à l'échelle internationale sur l'ensemble d'un secteur aussi vaste. En conséquence, la Suède ne dispose d'aucune initiative ou stratégie nationale dédiée à l'intelligence artificielle. De manière générale, la Suède privilégie une approche « technologiquement neutre » en matière de soutien à l'innovation, préférant fixer des objectifs et rédiger des stratégies relativement larges, le plus souvent avec des financements dédiés, sans préciser quel type de technologie devra être spécifiquement privilégié. Les autorités suédoises considèrent que cette approche permet de stimuler l'innovation sans la contraindre, de laisser se développer différentes technologies pour ensuite sélectionner celle qui semble la plus adaptée. L'intelligence artificielle est néanmoins l'un des modes d'innovation clairement identifiés par le gouvernement actuel à travers les 4 grands outils développés en faveur de la digitalisation de l'industrie et du développement d'une industrie de 4^{ème} génération.

Les réponses à ces questions ont notamment été obtenues à la suite d'échanges avec le département numérique et service de Vinnova, Agence suédoise pour l'innovation. Cette étude repose sur une définition large de l'intelligence artificielle, considérant que cette dernière consiste à « parvenir à faire faire aux machines, ce que l'homme fait aujourd'hui mieux qu'elles, notamment s'adapter, apprendre, communiquer et interagir d'une manière riche et variée avec leur environnement »³⁷.

Q1/- Une initiative nationale spécifique sur l'intelligence artificielle a-t-elle été lancée ou envisagée ? Si oui, quelle forme prend-elle ? (rapport d'organismes spécialisés, consultation publique, etc.) Quel budget lui a été affecté ?

Selon Vinnova, il n'existe à l'heure actuelle en Suède aucune stratégie nationale dédiée à l'intelligence artificielle.

En matière de soutien à l'innovation, la Suède privilégie le plus souvent une approche « technologiquement neutre ». Concrètement cela se traduit par la mise en place de stratégies globales avec, le plus souvent, un financement dédié, visant à remplir des objectifs fixés par l'Etat sans pour autant préciser quel type de technologie devra être spécifiquement privilégié. Les autorités suédoises considèrent que cette approche permet de stimuler l'innovation sans la contraindre, de laisser se développer différentes technologies pour ensuite laisser la sélection naturelle du marché s'opérer ou soutenir plus spécifiquement celle qui semble la plus viable et efficace.

³⁷ Cette définition est issue de la Stratégie pour l'Intelligence Artificielle présentée par la Secrétaire d'Etat en charge du Numérique et de l'Innovation, Mme Axelle Lemaire, le 20 janvier 2017 : <http://www.economie.gouv.fr/files/files/PDF/DP-lancement-strategie-IA.pdf>

Si la Suède ne dispose pas d'une stratégie dédiée spécifiquement à l'intelligence artificielle, le gouvernement actuel a cependant mis en place 4 outils permettant de favoriser la digitalisation de l'industrie et le développement d'une industrie de 4^{ème} génération, notamment grâce à l'intelligence artificielle à travers :

1. la création de 5 programmes de coopération stratégique (*Samverkansprogram*) rassemblant acteurs privés, publics et académiques autour de 5 sujets prioritaires pour la Suède : les transports, l'économie circulaire, la life science, les smart cities et l'industrie connectée. Le Ministre des Entreprises et de l'Innovation, M. Mikael Damberg, est responsable de la coordination du travail du gouvernement en la matière et Vinnova, agence suédoise de l'innovation, est responsable des programmes et de leur bon fonctionnement sur la période jusqu'en 2018. Vinnova a obtenu du gouvernement une enveloppe de 40 MSEK (environ 4,2 M€) pour mener à bien cette mission. Le programme dédié à l'industrie connectée recouvre en partie la question de l'intelligence artificielle sans toutefois la nommer concrètement. La première réunion rassemblant l'ensemble des acteurs membres de ce programme a eu lieu en octobre 2016 et une deuxième réunion est prévue en mars 2017. Le programme devra rendre ses conclusions à l'automne 2018 et poursuivre 4 objectifs : (1) rendre l'expérimentation de nouvelles technologies plus aisée (notamment par le biais de *test beds*, domaine dans lequel la Suède vient d'engager un programme de coopération avec l'Allemagne annoncé à l'occasion de la visite de la Chancelière à Stockholm, voir la réponse à la question 10), (2) fédérer l'expertise suédoise sur la sécurité et la fiabilité numérique dans une perspective industrielle, (3) renforcer les liens entre la recherche matérielle et les industries, (4) rassembler et développer l'expertise suédoise sur la fabrication additive et l'impression 3D, (5) développer une coopération entre les grandes et les petites entreprises pour soutenir le processus d'innovation ;
2. le lancement de programmes d'innovation stratégiques (*Strategiska Innovationsprogram*) par Vinnova, à la demande du gouvernement. L'objectif est de renouveler le savoir-faire suédois dans certains domaines dans lesquels le pays dispose déjà d'une expertise connue afin de monter dans la chaîne de valeur. Ces programmes pourront organiser des conférences et séances de conseil, mettre en place une coordination européenne et rédiger des rapports afin de participer à la propagation des connaissances. Ils sont créés et encadrés par un conseil d'administration et une équipe chargée de leur gestion. A ce jour il existe 16 programmes d'innovation stratégiques recouvrant 6 domaines d'expertise principaux : (1) la mobilité durable avec notamment le programme Drive Sweden, dont l'objectif est de stimuler le mouvement d'autonomisation des véhicules ; (2) l'alimentation ; (3) les villes durables ; (4) les Life Sciences, (5) le numérique avec le programme Internet of Things, qui doit valoriser les externalités positives générées par les TIC en Suède ; et (6) l'industrie des matières premières. A cela s'ajoutent également 4 programmes transversaux dont « *Processindustriell IT och Automation* », qui a pour objectif de favoriser l'automatisation d'une large part de la production industrielle suédoise et de valoriser les synergies entre les acteurs tout au long du processus de production ;
3. la rédaction d'une stratégie de réindustrialisation (*Nyindustrialiseringsstrategi*) fin janvier 2016 dont l'objectif est de faire de la Suède un leader mondial de la production industrielle innovante et durable de biens et services. Cette stratégie constitue une feuille de route pour faciliter l'adaptation des entreprises à l'évolution technologique. Elle s'articule autour de quatre grandes orientations pour l'industrie suédoise, esquissées sous forme de priorités générales, sans toutefois leur consacrer un budget ou des moyens spécifiques (pas d'action sectorielle ciblée) : (1) une production soutenable/durable, pour une utilisation efficiente des ressources et pour protéger l'environnement ; (2) un meilleur développement des compétences professionnelles pour favoriser l'employabilité sur le long terme et répondre aux besoins spécifiques de l'industrie ; (3) le développement de bancs d'essai / d'expérimentations (*test beds*) pour orienter la R&D vers les domaines à fort potentiel au bénéfice de la réindustrialisation et de la compétitivité sur le long terme ; (4) une « industrie suédoise 4.0 », pour devenir leader dans le développement numérique et mieux exploiter les opportunités liées à l'accélération de la digitalisation. Sur ce dernier point, le gouvernement veut stimuler le développement, la diffusion et l'utilisation des technologies numériques à haut potentiel. *Tillväxtverket*, l'agence publique pour le développement régional et économique, et *Vinnova*, l'agence publique pour l'innovation, doivent promouvoir le développement des compétences numériques et améliorer l'accès au numérique pour les PME ;

4. l'attribution d'une mission pour la digitalisation de l'industrie à Vinnova, en lien direct avec la stratégie de réindustrialisation. En partenariat avec les acteurs économiques, académiques et le secteur public, Vinnova doit mettre en place des mesures permettant de favoriser la digitalisation de l'industrie suédoise. Cette mission se divise en trois étapes : (1) cartographier la situation actuelle, présenter les points forts et faibles de l'industrie suédoise dans le secteur de la digitalisation et proposer des mesures permettant d'assurer la position de leader du pays en matière d'industrie durable ; (2) favoriser la collaboration entre le milieu de la recherche et les acteurs privés pour profiter pleinement du potentiel de la digitalisation ; (3) renforcer la coopération dans le domaine de l'innovation entre les grandes industries et les petites entreprises innovantes leaders de la digitalisation. Cette mission prendra fin en 2019 et un premier rapport a déjà été remis au gouvernement en juin 2016³⁸.

En Suède, les sujets qui relèvent des domaines de la numérisation/digitalisation de l'économie/industrie et qui recouvrent potentiellement la question de l'intelligence artificielle, sont principalement pilotés par deux agences :

- **Vinnova, l'Agence en charge du développement des technologies et de l'innovation** créée en 2001. Vinnova est un acteur public clé de l'écosystème de l'innovation en Suède, aux côtés du secteur privé qui finance 68% de la R&D, des universités et des instituts de pointe. Sa mission est de stimuler l'innovation et la croissance en finançant des programmes de recherche stratégiques et en favorisant la coopération entre les acteurs privés, publics et académiques. En matière de digitalisation de l'industrie et d'intelligence artificielle, Vinnova a notamment lancé, en plus des missions qui lui ont été attribuées par le gouvernement (voir ci-dessus), un appel d'offre destiné à toute structure proposant des services d'aide à la prise de décision dans le domaine médical par le biais de l'intelligence artificielle³⁹. Les structures sélectionnées se verront attribuer des financements et une aide dédiée pour développer leur innovation. Selon Vinnova, un certain nombre de projets ont déjà été sélectionnés et un deuxième tour de sélection se tiendra en mars;
- **Tillväxtverket (TVV), l'Agence publique pour le développement régional et économique** finance aujourd'hui un portefeuille d'environ 1 000 entreprises, dispose de 9 bureaux à travers la Suède et de 370 employés. Son budget annuel est de 2,9 MdsSEK (305 M€), dont environ 1 MdSEK (105 M€) proviennent de fonds structurels européens pour la croissance régionale et l'emploi. TVV peut se voir fixer, par décret, des objectifs de financement de l'innovation dans certains secteurs jugés stratégiques par le Gouvernement (health care, environnement, etc.) ; selon les cas, les décrets se montrent plus ou moins directifs (budget alloué, précision des objectifs, etc.). En octobre 2016, le gouvernement a attribué à TVV une enveloppe de 78 MSEK (environ 8,2 M€) pour créer un programme de 3 ans qui devra stimuler et favoriser la digitalisation de l'industrie. Cette mission se base sur le programme pilote que TVV avait lancé quelques années auparavant : « Digilyft ».

Un grand nombre d'agences plus sectorielles peuvent également intervenir en fonction des domaines concernés comme *Energimyndigheten*, l'agence publique de l'énergie ; *Trafikverket*, *Transportstyrelsen* et *Trafikanalys* pour les projets davantage tournés vers les transports, etc.

Q2/- Quelle est la situation de la recherche académique sur l'intelligence artificielle dans votre pays ? Quels sont ces domaines d'excellence dans les sciences et technologies utilisées pour l'IA ?

Un grand nombre de programmes de recherche et de divisions spécialisées dans l'intelligence artificielle ont été créés en Suède ces 20 dernières années dans les principales universités du pays. Sans être pleinement exhaustifs, on recense notamment :

- le programme « BigData@BTH » (*KK stiftelsen*) de l'institut de technologie du Blekinge centré sur le développement de systèmes efficaces et évolutifs pour l'analyse de big data. Plusieurs entreprises privées

³⁸ *Digitalisering av svensk industri – Kartläggning av svenska styrkor och utmaningar*, Vinnova et Roland Berger (janvier 2016)
<http://www.vinnova.se/upload/EPIStorePDF/Digitalisering%20av%20svensk%20industri.pdf>

³⁹ <http://www.vinnova.se/sv/Ansoka-och-rapportera/Utlisningar/Effekta/Digital-halsa/>

collaborent avec ce programme de recherche comme Arkiv Digital, Compuverde, Contribute, Ericsson, Sony et Telenor ;

- les programmes « Automatic Large-scale Experiment Design for Drug Development », « Big data for sensor modelling », « Learning, Privacy and Limits of Computation », « Mechanism Design for Multiple Als » et « Swiss Sense Synergy » mis en place par l'Ecole Polytechnique Chalmers (Göteborg) ;
- la création, par l'Université d'Halmstad, de programmes centrés sur la création de « connaissance », visant notamment à développer une méthode permettant d'anticiper et de prévoir la maintenance des véhicules logistiques en amont grâce à l'utilisation des données (en partenariat avec Volvo), à créer des entrepôts intelligents et finalement à analyser l'activité humaine par le biais de capteurs portables ;
- la création par l'Université de Linköping d'une division composée de 20 membres et de trois laboratoires de recherche centrée sur l'intelligence artificielle et les systèmes informatiques intégrés (AIICS) ;
- l'ouverture par les universités de Lund et de Malmö de départements dédiés à la recherche informatique et l'emploi de professeurs spécialisés dans les domaines de l'intelligence artificielle, des agents autonomes, des systèmes multi-agents et de la domotique ;
- la création par l'Université de Skövde d'un groupe de recherche nommé « Artificial Research Group » composé de 18 chercheurs, ainsi que d'un groupe nommé « Cognitive robotics » rassemblant 16 chercheurs qui ont récemment collaboré avec SAAB pour le développement de systèmes intelligents d'aide à la prise de décision pour les avions de combat dans le cadre d'un programme mis en place par Vinnova ;
- le lancement par l'Université de Stockholm de 3 programmes de recherche dont : (1) IRIS développé en partenariat avec Scania et Vinnova sur la période 2012-2017 qui vise à la création d'un système intelligent d'aide à la maintenance des véhicules ; (2) DADEL dédié à l'extraction de données pour la détection d'effets produits par des médicaments ; (3) HAI-proactive développé en partenariat avec l'hôpital universitaire de Karolinska et Vinnova dont l'objectif est de créer des outils numériques permettant de prévenir et traiter les infections ;
- la création, au sein du département pour les sciences informatiques de l'Université d'Umeå, de deux programmes centrés sur l'utilisateur, les systèmes de modélisations de connaissance et d'interaction et sur la robotique intelligente ;
- l'ouverture au sein de l'Université d'Örebro d'un centre pour les systèmes de capteurs autonomes appliqués, dont les entreprises Atlas Copco, Volvo, Optronic, Husqvarna, SAAB, Scania, Siemens et Kollmorgen sont partenaires⁴⁰.

Par ailleurs, il existe depuis 1982 une société de l'intelligence artificielle en Suède (SAIS, Swedish Artificial Intelligence Society) rassemblant des chercheurs des principales universités du pays et des représentants du secteur privé (AstraZeneca et Ericsson), cherchant à promouvoir le développement de la recherche et de l'expérimentation dans le domaine de l'intelligence artificielle. Cette organisation encadre des formations et des workshops et organise des conférences sur le sujet. Elle décerne également chaque année un prix à la meilleure thèse de master rédigée sur le sujet de l'intelligence artificielle. Ce prix est accompagné d'un financement à hauteur de 5 000 SEK (environ 530€).

⁴⁰ Pour plus de détails sur les programmes mis en place par les universités suédoises dans le domaine de l'intelligence artificielle, consulter la présentation réalisée par la Swedish Artificial Intelligence Society: <http://www.slideshare.net/erikboralv/svenska-aisllskapet-p-vinnova>

Q3/- Quelle est la situation de l'industrie de l'intelligence artificielle dans votre pays ? Dans quelle mesure les acteurs économiques ont-ils intégré les technologies de l'intelligence artificielle dans leurs processus et produits ? Décrivez l'écosystème de startups qui proposent des produits et services basé sur l'IA ? Quelles sont les 5 à 10 jeunes entreprises innovantes les plus prometteuses ?

Selon la presse spécialisée suédoise, 198 MUSD ont été investis depuis 2011 dans les entreprises de la tech suédoise tournées vers les techniques lourdes, un secteur dont l'intelligence artificielle fait partie⁴¹.

Durant l'année 2016, la presse suédoise spécialisée a mentionné les investissements suivants qui pourraient permettre d'identifier les jeunes entreprises innovantes les plus prometteuses dans le domaine de l'intelligence artificielle :

- en novembre 2016, SEB Venture Capital et la société de capital-risque finlandaise Inventure ont investi 44 MSEK (soit environ 4,6 M€) dans la start-up Now Interact, qui offre des applications ciblées d'apprentissage automatique optimisant le lien entre les canaux numériques et les canaux hors ligne. Cette start-up a enregistré un chiffre d'affaires de 30 MSEK (environ 3,2 M€) l'année dernière et travaille notamment avec Tele 2, Dustin, Swedbank et Folksam en Suède et est active en Grande-Bretagne, aux Pays-Bas et en Allemagne ;
- à l'été 2016, EQT Ventures a investi 43 MSEK (soit environ 4,5 M€) dans la start-up Unomaly, créée en 2012 et qui propose un service dédié aux entreprises leur permettant de détecter les éventuels problèmes qui pourraient intervenir dans leur système informatique ;
- en 2016, Dooer, start-up proposant un service qui relie les différents mouvements de compte en banque avec les tickets de caisse et les factures à l'aide de l'intelligence artificielle, a reçu 40 MSEK (environ 4,2 M€) d'investisseurs souhaitant rester anonymes ;
- à l'été 2016, EQT Ventures et Cleantech Invest ont investi 28 MSEK (environ 3 M€) dans la start-up Watty, créée en 2013 et proposant un système de contrôle de la consommation d'électricité ;
- à l'été 2016, Almi et la compagnie d'investissement STOAF ont investi 8 MSEK (environ 845 000€) dans Imagimob, start-up qui a développé un système de détection des mouvements qui peut envoyer un message d'alerte en cas d'anomalie. Ce système peut notamment être utilisé en maison de retraite pour détecter au plus vite la chute d'un résident.
- à l'automne 2016, Sophia Bendz, Gustav Söderström et Sweet Capital ont investi 3,8 MSEK (environ 400 000€) dans Shim, start-up qui a développé un agent conversationnel (*chatbot*) qui interagit avec l'utilisateur et enregistre un certain nombre d'informations sur le comportement et les préférences de l'utilisateur tout au long de la conversation grâce à l'intelligence artificielle ;
- au printemps 2016, l'américain EBay a racheté Lytics qui était à l'origine une partie de la compagnie suédoise basée à Malmö, Expermaker, dont l'objectif est de construire un système d'alerte fonctionnant à l'aide de données permettant d'informer le personnel soignant quand un malade a besoin de traitements spécifiques.

La Suède dispose par ailleurs de grands acteurs dans le domaine des télécommunications, des transports et du numérique qui développent, chacun dans leur domaine, de nouveaux systèmes à l'aide de l'intelligence artificielle. Le groupe Ericsson fait par exemple partie des leaders mondiaux du secteur de l'Internet of Things, tandis que le groupe Volvo est aujourd'hui en pointe dans le secteur des véhicules autonomes. Le constructeur fait partie du programme d'innovation stratégique Drive Sweden (voir question 1), notamment aux côtés du français Transdev, et devrait tester ses premiers véhicules autonomes en circulation à Göteborg dès cette année. Pour finir, Artificial Solutions, entreprise suédoise qui propose une interface linguistique pour les ordinateurs, fait aujourd'hui partie des leaders de l'intelligence artificiel. Le système qu'elle développe propose 35 langues différentes permettant un déploiement plus rapide des géants de la tech. Au total, Artificial Solutions a levé depuis sa création 440 MSEK

⁴¹ Här är AI-bolagen som investerarna älskar, DI Digital (3 décembre 2016) <http://digital.di.se/artikel/har-ar-ai-bolagen-som-investerarna-alskar>

(soit environ 46,5 M€) en capital-risque et a enregistré un chiffre d'affaires de 80 MSEK (soit environ 8,5 M€) en 2014. La start-up a par ailleurs breveté un de ses systèmes appelé « Network of Knowledge » qui doit révolutionner la fonction « recherche ». A terme, ce système devrait permettre de comprendre les problèmes et envies des utilisateurs, d'appréhender le contexte dans lequel intervient la recherche et de trouver la bonne application et le bon produit qui répondent aux besoins de l'utilisateur. Par exemple, un utilisateur qui souhaiterait commander un plat préparé ne serait plus obligé de trouver une application et de commander manuellement son plat mais le téléphone pourrait comprendre ses envies et prendre les mesures nécessaires pour y répondre sans que l'utilisateur n'intervienne⁴².

Q4/- Existe-t-il des formations adaptées (en nombre et en contenu) aux métiers technologiques liés à l'intelligence artificielle ? Si non, des mesures particulières ont-elles été mises en place ou envisagées pour garantir l'adéquation des formations avec les besoins futurs en techniciens, ingénieurs et autres métiers de l'intelligence artificielle ? Quel est le parcours des étudiants après leur formation ?

L'Institut Royal de Technologies et l'Ecole Polytechnique Chalmers, les deux principales universités du pays en matière de formation aux métiers technologiques ne proposent pas, à ce jour, de programme d'étude spécifiquement dédié à l'intelligence artificielle. En revanche, dans le cadre de leurs cursus de formation aux métiers de l'ingénierie et des technologies, les étudiants peuvent sélectionner des cours optionnels traitant des enjeux propres à l'intelligence artificielle. Ces cours ne durent qu'un semestre et permettent l'obtention de 6 à 15 crédits ECTS.

Selon Vinnova, aucune mesure particulière n'a actuellement été mise en place ou envisagée pour garantir l'adéquation des formations avec les besoins futurs en techniciens, ingénieurs et autres métiers de l'intelligence artificielle.

Q5/- De quelle manière la recherche académique en intelligence artificielle est-elle ou va-t-elle être soutenue ? Est-ce une initiative spécifique ou une partie d'une stratégie plus large (telle que le développement d'une industrie du futur par exemple) ? Quels sont les budgets annuels alloués à la recherche dans ce domaine et leur évolution prévisible ?

Aucune mesure spécifique n'a été prise en vue de soutenir la recherche académique en intelligence artificielle. Cependant, les 4 outils développés par le gouvernement suédois pour stimuler et favoriser la numérisation de l'industrie (voir question 1) sont le plus souvent accompagnés de financement dédiés. Le gouvernement a attribué une enveloppe de 40 MSEK à Vinnova pour le lancement des programmes de coopération stratégique, et la somme de 78 MSEK a été attribuée à Tillväxtverket pour créer un programme de 3 ans qui devra stimuler et favoriser la digitalisation de l'industrie.

Par ailleurs, selon l'Office suédois des statistiques (SCB), la Suède a dépensé 137 MdsSEK (soit environ 14,5 Mds€) en R&D en 2015, soit 3,3 % du PIB (niveau inchangé par rapport à 2013). Les acteurs privés ont financé 69% de la R&D, soit 95 MdsSEK (environ 10 Mds€), tandis que le secteur public a financé 30% des dépenses en R&D. Les universités sont à l'origine de 90% des investissements réalisés par le secteur public. Du fait de l'indépendance des universités suédoises et du grand nombre d'acteurs économiques impliqués dans la R&D dans le domaine de l'intelligence artificielle, il n'existe, à l'heure actuelle, aucun document qui rassemble et donne le détail des budgets annuels alloués à la recherche dans le domaine en général, par entreprise ou par université.

⁴² Svenskt doldisbolag bräcka i giganternas AI-kamp, DI Digital (29 juin 2016)

Q6/- De quelle manière le transfert de technologie entre la recherche académique et les entreprises technologiques est-il ou va-t-il être soutenu (incitations financières et fiscales, mise en relation, etc.) ? Est-ce une initiative spécifique ou une partie d'une stratégie plus large (telle que le développement d'une industrie du futur par exemple) ?

Le soutien au transfert de technologie entre la recherche académique et les entreprises technologiques est prévu dans les 4 outils mis en place par le gouvernement suédois pour favoriser la numérisation de l'industrie. Vinnova, qui est chef de file aux côtés de TVV pour les 4 outils décrits plus haut, favorise une approche dite de « la triple hélice », qui implique une coopération rapprochée entre les acteurs privés, les acteurs publics et académiques. Le programme de coopération stratégique dédié à l'industrie connectée rassemble des acteurs comme Ericsson, IKEA Industry AB, Volvo Personvagnar AB, Siemens AB, Sandvik Materials Technology AB, ABB Sverige, mais aussi Vinnova, et les universités de Lund et Chalmers. Pour plus de détails, se référer à la question 1.

Q7/- Des mesures particulières de soutien au développement aux entreprises ont-elles été mises en place ou envisagées pour les entreprises spécialisées dans l'intelligence artificielle (incubateurs, dispositifs de financement et d'investissement dédiés) ?

Selon Vinnova et le département en charge des questions innovations au sein du Ministère de l'Entreprise, il n'existe, à l'heure actuelle, aucune mesure particulière de soutien destinée aux entreprises spécialisées dans l'intelligence artificielle. Cependant, un ensemble de mesures ont été prises par le gouvernement afin de soutenir le processus de numérisation de l'industrie suédoise, ce qui permet, de manière transversale, de soutenir le développement de l'intelligence artificielle (voir question 1).

Q8/- Comment est préparée l'adaptation des secteurs économiques touchés par l'intelligence artificielle aux bouleversements qu'elle induira ? En particulier, quelles mesures ont été prises ou envisagées dans le domaine de la formation ou de la sensibilisation des PME à ces technologies ?

En parallèle de la stratégie de réindustrialisation développée par le gouvernement suédois (voir question 1), RISE/RISE ICT (holding regroupant les instituts de recherche suédois), IF Metall (syndicat de la sidérurgie), Teknikföretagen (confédération patronale des entreprises du secteur technologique) et Vinnova, ont mis en place un forum d'échanges entre les acteurs privés (notamment ABB, Atlas Copco, Boliden, E.On, Ericsson, SAAB, Scania, SKF, Sony, Vattenfall...), publics et académiques afin de préparer au mieux l'adaptation de l'industrie à la numérisation de ses activités. Ce forum appelé « *Sverige digitaliserar* » a notamment pour objectif de rassembler l'expérience des grands acteurs économiques suédois/actifs en Suède en matière de digitalisation pour ensuite en faire profiter les PME, qui n'auraient pas les moyens d'adapter leur activité à la numérisation de l'industrie.

Q9/- Quelles réflexions de plus long terme sont menées sur les impacts socioéconomiques, éthiques, politiques du développement de l'intelligence artificielle ? Quels impacts, positifs et négatifs, ont été identifiés ? Des actions publiques en la matière sont-elles d'ores et déjà envisagées ? Si oui, lesquelles et sous quelle forme (adaptation de la législation, auto- ou co-régulation avec les acteurs, négociations internationales) ?

Il n'existerait, selon Vinnova, aucune réflexion sur le long terme ou rapport sur les impacts socioéconomiques, éthiques, politiques du développement de l'intelligence artificielle. Cependant un nombre grandissant d'articles ont été rédigés dans la presse nationale (*Svenska Dagbladet* et *Dagens Industri* notamment) sur la question de l'intelligence artificielle depuis 2015 et que le nombre de projets relatifs à l'intelligence artificielle qui soumettent leur candidature à des financements proposés par Vinnova ne cesse d'augmenter.

Q10/- Quelle est l'implication de votre pays dans les grands projets (UE s'il y a lieu et internationaux) en Intelligence Artificielle ?

La Suède ne participe, à ce jour à aucun grand projet international en Intelligence Artificielle. Cependant, le pays a été chef de file dans un certain nombre de programmes d'innovation internationaux dans le domaine de la digitalisation comme le programme AAL « Active Assisted Living » dont l'objectif est de créer de meilleures conditions de vie pour les personnes âgées et de renforcer les opportunités pour l'industrie internationale dans le secteur des NTIC. Nos interlocuteurs nous ont toutefois indiqué que la Suède serait actuellement en train de se retirer progressivement de ce programme.

Par ailleurs, durant le déplacement de la Chancelière allemande, Angela Merkel, à Stockholm le 31 janvier 2017, la Suède et l'Allemagne ont annoncé la signature d'un « partenariat unique » dans le domaine de l'innovation, qui reflète les priorités allemandes (industrie 4.0) et suédoises (stratégie de réindustrialisation). Quatre thématiques principales ont été déclinées dans ce partenariat ; le suivi de ce plan sera piloté, côté suédois, par le ministère des entreprises et par l'agence Vinnova et, côté allemand, par le ministère de l'économie et de l'énergie : (1) la mobilité, avec en particulier une étude conjointe sur les e-autoroutes et l'électrification des routes, (2) le renforcement des liens entre les sites/laboratoires d'expérimentation (*test beds*) réalisés dans différents domaines de recherche ; (3) la digitalisation des PME, qui consistera à mettre en œuvre des échanges et des rencontres entre les PME des deux pays engagées dans des programmes nationaux de digitalisation, coordonnés par l'Agence suédoise pour la croissance (*Tillväxtverket*) et le ministère allemand de l'Economie et de l'Energie ; (4) l'e-santé et les life science à travers notamment des échanges d'informations en matière de digitalisation des services de santé (dossier médical électronique, prescriptions électroniques, télémédecine, suivi à distance, etc.).

SUISSE

Q1/ Une initiative nationale spécifique sur l'intelligence artificielle a –t-elle été lancée ou envisagée ? Si oui, quelle forme prend-elle ? (rapport d'organismes spécialisés, consultation publique, etc.) Quel budget lui a été affecté ?

Le fonds national suisse de la recherche scientifique (FNS - <http://www.snf.ch/fr/Pages/default.aspx>) a soutenu la recherche sur l'intelligence artificielle en Suisse à travers 3 programmes spécifiques :

- Le programme national de recherche « Intelligence artificielle et robotique » (PNR 23) en 1995, doté d'une enveloppe financière de 12 M CHF. Les principaux objectifs du PNR 23 portaient sur :
 - la stimulation de l'IA et de la robotique auprès du secteur de l'enseignement et de la recherche et de la jeune génération,
 - le développement de l'IA en lien avec la robotique,
 - la création de centres de compétences,
 - un objectif de participation à des programmes de recherche européens,
 - la création de liens entre l'IA, la psychologie et la science cognitive.
- Le programme national de recherche « IM2 - Gestion interactive et multimodale de systèmes d'informations (2001-2013) » disposant d'une enveloppe de 89 M CHF. Ce projet s'est intéressé en particulier à quelques applications nécessitant le développement de techniques existantes de l'IA (notamment la « salle de réunion intelligente »). Ses thèmes majeurs portaient sur l'analyse de la parole, du langage ; de la gestuelle ; du visuel dans des situations sociales complexes.
- Le programme national de recherche « Robotique (2010-2017) », doté de 36 M CHF et dont les institutions hôte sont l'EPF Lausanne et l'ETH Zurich (depuis 2015). Il vise à développer des technologies robotiques au service notamment des personnes âgées et handicapées.

Q2/ Quelle est la situation de la recherche académique sur l'intelligence artificielle dans votre pays ? Quels sont ces domaines d'excellence dans les sciences et technologies utilisées pour l'IA ?

Les travaux de recherche effectués en Suisse ne concernent pas directement la recherche fondamentale sur l'IA, mais sont davantage orientés vers des recherches appliquées, alliant des institutions universitaires et des entreprises sur certains développements prometteurs de techniques existantes de l'IA.

Deux principaux instituts de recherche sont spécialisés dans l'intelligence artificielle :

IDIAP

L'institut de recherche IDIAP (anciennement *Institut d'intelligence artificielle perceptive*), situé à Martigny dans le canton du Valais, est une fondation à but non lucratif⁴³ spécialisée dans la recherche et le développement dans le domaine de la gestion de l'information multimédia. Il est reconnu internationalement pour ses travaux en reconnaissance de la parole, apprentissage artificiel, vision par ordinateur et interface homme-machine. L'IDIAP a été l'institution hôte du PRN IM2 (2001-2013).

Contacts :

<https://www.idiap.ch/linstitut>

Directeur : Prof. Dr. Hervé BOURLARD <http://people.idiap.ch/bourlard> bourlard [at] idiap.ch

SGAICO - Swiss Group for Artificial Intelligence and Cognitive Science

Le groupe d'intérêt spécialisé (SIG) pour l'intelligence artificielle et les sciences cognitives (SGAICO) rassemble des chercheurs, praticiens, ainsi que d'autres personnes intéressés dans le domaine de l'intelligence artificielle et des sciences cognitives (AI/CO). SGAICO vise la promotion des technologies intelligentes pour l'innovation dans la société et met en place une plateforme d'échanges en AI/CO pour l'industrie et les universités.

Contacts :

<http://www.s-i.ch/fr/sgaico/>

Présidente Jana Koehler, Hochschule Luzern <https://user.enterpriselab.ch/~takoehle/>

La Suisse compte des laboratoires de recherche suisses spécialisés dans l'intelligence artificielle:

- « Intelligence artificielle et apprentissage automatique » de l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), développant des applications de langues vivantes, traitement de l'image, imagerie scientifique et de calcul neuromimétique.

<http://ic.epfl.ch/intelligence-artificielle-et-apprentissage-automatique> :

- « Automatic Control Laboratory » de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich (ETH Zurich), qui réalise des travaux théoriques et appliqués sur les technologies de contrôle.

<https://control.ee.ethz.ch/overview.en.html>

- « Artificial Intelligence Laboratory LIA » du département informatique de l'EPFL qui a réalisé des travaux sur les contraintes de satisfaction et sur des applications pour internet (préférences de recherches, systèmes de recommandation et de réputation).

<http://liawww.epfl.ch/index.php/about-the-lia>

- « Artificial Intelligence Laboratory » du département informatique de l'Université de Zurich spécialisé notamment sur la robotique.

<http://www.ifi.uzh.ch/en/ailab/.html>

- IDSIA – « Institut Dalle Molle de recherche en intelligence artificielle », à Lugano spécialisé dans l'apprentissage automatique, l'exploration de données et la robotique http://www.idsia.ch/idsia_en.html

- « Artificial Intelligence Lab » de l'Université de Bâle (Uni Basel), sur la planification automatique.

<http://ai.cs.unibas.ch/people/helmert/index.html>

⁴³ Cet institut a notamment été créé par la ville de Martigny, le canton du Valais, Swisscom, l'EPFL et l'université de Genève.

Des plateformes réseau meetups ont également été constituées à Zurich :

- « AI First Switzerland », pour des professionnels seniors en apprentissage automatique, traitement d'image, reconnaissance automatique de la parole et en traitement automatique du langage naturel ;
- « Zurich Machine Learning and Data Science » organisant des séminaires sur l'apprentissage automatique et la science des données.

Q3/ Quelle est la situation de l'industrie de l'intelligence artificielle dans votre pays ? Dans quelle mesure les acteurs économiques ont-ils intégré les technologies de l'intelligence artificielle dans leurs processus et produits ? Décrivez l'écosystème de startups qui proposent des produits et services basé sur l'IA ? Quelles sont les 5 à 10 jeunes entreprises innovantes les plus prometteuses ?

En Suisse, il n'existe pour l'heure pas d'initiative politique nationale sur le sujet. Des associations privées se sont cependant constituées dans les domaines de l'industrie et la finance pour encourager l'intégration des nouvelles technologies par les entreprises du secteur :

- Dans le cadre de l'industrie 4.0, Industrie 2025 (<http://www.industrie2025.ch/fr.html>), issue d'une association de quatre institutions du secteur privé (Asut, Electrosuisse, Swissmem et SwissT.net), est une plateforme d'information, de sensibilisation, de mise en réseau et de promotion des entreprises suisses sur les thèmes de l'innovation dans l'industrie.
- Dans le domaine de la finance, l'association Swiss Finance + Technology Association (<https://swissfinte.ch/about-us/faq/>) regroupe 350 membres Couvrant un champ large du secteur financier (banques privées, gestion d'actifs, assurances et réassurance, sécurité des données, crowdfundings...) pour la promotion de la fintech en Suisse.

Leader mondial en termes d'innovation⁴⁴, la Suisse compte des projets liés à l'intelligence artificielle menés par le secteur industriel :

- Google a fait de Zurich son centre pour la recherche sur l'intelligence artificielle. Il a créé en 2016 un groupe européen de recherche dédié à l'apprentissage automatique, plaçant la Suisse au coeur du dispositif de la firme californienne pour ce domaine. Baptisé *Google Research Europe*, le groupe de recherche est dirigé par le Français Emmanuel Mogenet, directeur de l'ingénierie, à partir du bureau de Google Suisse à Zurich. Le groupe se concentre sur trois axes principaux de recherche: outre l'intelligence artificielle, il se consacrera aussi à la compréhension et au traitement automatique du langage naturel, utilisée notamment pour les applications vocales, ainsi qu'à la perception artificielle.
- A signaler que Google Zurich (qui constitue le premier centre de recherche de Google hors des Etats-Unis en lien avec son rôle de chef de file en matière de génie informatique pour la région Europe, Moyen-Orient et Afrique) a inauguré de nouveaux locaux dans son site lui permettant à termes d'accueillir 3 000 employés supplémentaires des 2 000 actuels.
- Swisscom, premier opérateur de télécommunications en Suisse et détenu en majorité par la Confédération, a établi de nombreux partenariats dans le domaine de la médecine et de la santé pour y proposer des solutions innovantes (<https://www.swisscom.ch/fr/business/entreprise/success-stories/medecine-et-sante.html>). Elle se fait le relais de travaux suisses sur l'intelligence artificielle dans le domaine de la santé (exemple de prothèse bionique auquel a participé une start-up suisse : <https://www.swisscom.ch/fr/chroniques/technologie/robotique-et-informatique-en-medecine.html>).

⁴⁴ 1^{ère} place de l'indice mondial de l'innovation publié par l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle (OMPI) et l'INSEAD depuis 5 ans.

- MindMaze (<http://www.mindmaze.com/>), qui a inventé un casque à réalité virtuelle dans le cadre des réhabilitations après un AVC, a connu un développement rapide depuis sa création en 2012 (cette ancienne start-up serait valorisée à 1 Md CHF selon la presse).
- Sophia Genetics (<http://www.sophiagenetics.com/home.html>) utilise les séquençements d'ADN pour l'analyse des données de génomes pour le traitement des patients, à travers des algorithmes établis à l'aide de l'apprentissage automatique des machines.

Les principales start-ups suisses spécialisées dans l'analyse et la gestion des données recensées par l'opérateur télécom Swisscom sont :

- Indigita : gestion des règles transfrontalières automatisées (<https://www.indigita.ch>)
- Wealthport : traitement automatique de données (intégration, segmentation) à partir de l'intelligence artificielle (<https://www.wealthport.com>)
- Quante sys : bulletin d'information financier utilisant des algorithmes pour identifier et interpréter des irrationalités de marché. (www.quantesys.com/)
- Swiss metrics : spécialisé dans la gestion du risque de crédit (www.swiss-metrics.com/)
- Netguardians : utilise des données liées aux incidents de sécurité et à la gestion des événements pour un système d'évaluation des risques opérationnels (<http://www.netguardians.ch>)
- Squirro, spécialisée dans la gestion de données (<http://squirro.com>)
- Veezoo . proposant une plate-forme de navigation de données (www.veezoo.com/)
- Sentifi : société spécialisée dans le big-data identifiant des opportunités de placement financier à partir de l'intelligence artificielle (<https://sentifi.com/>)
- Sapphire Innovation, aide à la décision (www.sapphireinnovation.com/)
- Fractal labs : programme d'assistance financière (<http://fractal-labs.com/index.html>)
- Calfor Finance : solutions big data de constitutions de portefeuilles financiers (www.calforfinance.com/)

Q4/ Existe-t-il des formations adaptées (en nombre et en contenu) aux métiers technologiques liés à l'intelligence artificielle ? Si non, des mesures particulières ont-elles été mises en place ou envisagées pour garantir l'adéquation des formations avec les besoins futurs en techniciens, ingénieurs et autres métiers de l'intelligence artificielle ? Quel est le parcours des étudiants après leur formation ?

L'EPFL (<http://ic.epfl.ch/science-donnees>) et l'ETHZ (<https://www.inf.ethz.ch/studies/master/master-ds.html>) proposent chacun un master en science des données.

Certaines formations des hautes écoles spécialisées (HES) permettent aussi une spécialisation dans l'intelligence artificielle.

Sur le plan institutionnel, le canton du Tessin encourage particulièrement la coopération en matière de recherche. L'Université de la Suisse italienne (Universita della Svizzera Italiana, UTI) et la HES de la Suisse italienne ont disposent d'un institut commun d'intelligence artificielle. http://www.idsia.ch/idsia_en/institute.html

Les formations restent cependant insuffisantes, certains spécialistes soulignant les importants besoins en main d'œuvre pour adapter les algorithmes existants pour chaque application.

Les EPFL et HES entretiennent des liens très étroits avec les entreprises et proposent des formations correspondant aux besoins des entreprises. Des entreprises sont fréquemment associées à des projets universitaires liés à l'intelligence artificielle.

Les HES, qui ont des exigences en termes d'expérience professionnelle⁴⁵ pour le recrutement de leurs étudiants, proposent des formations particulièrement adaptées aux besoins des entreprises : 96 % des titulaires d'un bachelor des HES avaient intégré le marché du travail un an après leur diplôme. Le nombre de personnes employées en dessous de leur niveau d'étude est particulièrement faible pour les diplômés de technologie et de d'informatique.

Les laboratoires de recherche encouragent également leurs étudiants à constituer des start-ups, notamment pour développer des projets initiés lors de la formation des étudiants.

Malgré la qualité de ces formations, la Suisse connaît d'importants besoins de mains d'œuvre IT. Une étude de l'association faîtière suisse des associations et des entreprises fournissant et utilisant les technologies de l'information et de la communication évalue ces besoins à 87 000 spécialistes à l'horizon 2022. L'immigration dans les milieux de l'IT atteint un taux de 12% (contre une moyenne de 7% pour les autres secteurs).

Q5/ De quelle manière la recherche académique en intelligence artificielle est-elle ou va-t-elle être soutenue ? Est-ce une initiative spécifique ou une partie d'une stratégie plus large (telle que le développement d'une industrie du futur par exemple) ? Quels sont les budgets annuels alloués à la recherche dans ce domaine et leur évolution prévisible ?

Le soutien des pouvoirs publics dans le domaine de l'intelligence artificielle s'inscrit principalement dans le cadre des soutiens à l'innovation par le financement de projets proposés par des acteurs privés à travers deux organismes :

- le FNS (cf. supra), financé par des contributions de la Confédération (de l'ordre de 1 Md CHF en 2015), ainsi que par des subventions des tiers et des revenus de placement. Il peut financer intégralement (comme l'a été le programme PNR 23- « Intelligence artificielle et robotique ») ou partiellement (programme « IM2 - Gestion interactive et multimodale de systèmes d'informations (2001-2013) »⁴⁶ et programme « Robotique (2010-2017) »⁴⁷) les programmes nationaux de recherche rattachés.

- la CTI (Commission pour la technologie et l'innovation, www.kti.admin.ch/kti/fr/home.html), qui est l'agence de la Confédération en charge de soutenir l'innovation dans la recherche appliquée. Elle s'appuie sur des projets conjoints entre hautes écoles et entreprises, le partenaire devant, en principe (sauf circonstances économiques particulières) financer un minimum de 50%. Elle a accordé 120 M CHF en 2014. En 2013, 47 % des contributions de la CTI sont été attribuées à des projets des HES, 30 % aux EPF et 13 % aux universités cantonales.

Les cantons et les régions suisses sont également actifs pour soutenir l'innovation dans le cadre de leur promotion économique⁴⁸. La plupart des cantons disposent d'une loi sur la promotion de l'innovation comprenant le soutien à l'innovation et certains, dont le canton de Berne, sont en phase d'élaboration de leur propre loi sur l'innovation. De telles lois doivent offrir la possibilité de soutenir des créations d'entreprises, des réseaux régionaux ou des clusters et de prendre des mesures spécifiques de promotion de l'innovation (en fonction des conditions régionales ou d'intérêts spécifiques). Les cantons peuvent participer au financement d'entreprises innovantes à travers les banques cantonales. Par ailleurs, les décisions relatives à l'implantation d'entreprises tournées vers l'innovation ou l'établissement de de parcs technologiques relèvent souvent des communes.

⁴⁵ Elles exigent une maturité professionnelle ou une maturité gymnasiale assortie d'une expérience professionnelle d'un an

⁴⁶ 34 M CHF de financement du FNS, 15 M CHF de l'IDIAP (établissement hôte du projet), 20 M CHF d'autofinancement des participants au projet et 19 M CHF de financements tiers.

⁴⁷ 15 M CHF de financement de la FNS, 7 M CHF de l'EPFL, 5 M CHF de l'ETHZ et 6 M CHF d'autofinancements.

Le financement de projets liés à l'innovation peut aussi être réalisé directement par les écoles polytechniques. Elles ont, par exemple, financé à hauteur de 30 M CHF le projet SwissData Center de la Confédération assurant la promotion de l'innovation dans la science des données et la recherche multidisciplinaire et regroupant entre 30 et 40 spécialistes de données.

En matière fiscale, selon le Secrétariat d'Etat à la Formation et à la Recherche (SEFRI), les entreprises multinationales considèrent que, si la charge fiscale est « bonne » en Suisse d'une manière générale, la Suisse est en revanche « moins performante » pour les incitations fiscales fondées sur les intrants en matière de déductibilité des dépenses de Recherche – Innovation dans l'impôt sur les bénéfices.

En lien avec les disciplines BEPS⁴⁹, la Suisse a engagé une réforme de l'imposition sur les sociétés (RIE III), dont une version proposant de fortes exonérations d'impôts pour les dépenses R&D a été rejetée par votation le 12 février 2017 par le peuple et les cantons. Ces mesures, qui devront à présent être « reformatées », prévoyaient notamment :

- de permettre aux seules entreprises ayant engagé les dépenses de R&D sur le territoire suisse (approche Nexus) de bénéficier des allègements au titre de la «*patent box*». La RIE III prévoyait de rendre obligatoire pour tous les cantons l'introduction d'une «*patent box*», avec une réduction maximale de 90% de l'assiette d'imposition des revenus tirés des brevets et autres droits immatériels ;
- de donner la possibilité aux cantons de prévoir une déduction maximale de 150 % des dépenses de R&D réalisées en Suisse de la base imposable au titre de leur imposition des bénéfices. Auraient été éligibles les dépenses de R&D réalisées par des personnes physiques et des personnes morales, ainsi que, de manière restreinte, des dépenses de R&D sous-traitées ;
- de donner la possibilité aux cantons de prévoir une « imposition réduite pour le capital propre afférent aux droits de participation » d'au moins 10 %, aux droits de propriété intellectuelle, ainsi qu'aux prêts consentis à des sociétés du groupe au titre de leur impôt sur la fortune et le capital. Les personnes physiques et morales auraient été éligibles au dispositif.

Q6/ De quelle manière le transfert de technologie entre la recherche académique et les entreprises technologiques est-il ou va-t-il être soutenu (incitations financières et fiscales, mise en relation, etc.) ? Est-ce une initiative spécifique ou une partie d'une stratégie plus large (telle que le développement d'une industrie du futur par exemple) ?

En Suisse, l'innovation est à l'initiative des entreprises ou des écoles, notamment les Ecoles polytechniques fédérales (EPF) et les Hautes écoles spécialisées (HES). Des Transferts de savoir et de technologie (TST) ont lieu entre le monde entrepreneurial et celui de la recherche pour stimuler les processus d'innovation, en particulier pour les PME. Entre 2008 et 2010, environ 28% des entreprises industrielles suisses ont eu recours à ces transferts.

Les HES jouent un rôle particulier dans ces transferts :

- 69% des entreprises ayant pratiqué des TST l'ont fait avec au moins une HES. Les transferts entre les HES et les autres secteurs se déroulent par le biais des projets R-D concrets, mais aussi par celui des réseaux institutionnels, tels que les organisations d'anciens étudiants ou les offres de formation continue et, dans une large mesure, les réseaux personnels. Les collaborateurs des HES sont souvent employés à temps partiel et travaillent aussi souvent dans les HEU et dans des entreprises.
- Selon une enquête du centre conjoncturel de l'EPF de Zurich (KOF), deux tiers des entreprises privées interrogées par le KOF ont indiqué avoir eu des relations de transfert de savoir et de technologie avec les HES durant la période 2008-2010. Les contacts informels, la formation et la formation continue sont les types de relations les plus souvent mentionnés.

⁴⁹ L'OCDE a identifié 5 régimes fiscaux suisses dommageables.

- la part des recettes issues des transferts technologiques dans les recettes totales des HES ont fortement augmenté entre 2000 et 2012 (elles représentent entre 13 et 25 % des recettes contre de 7 à 17 % en 2000) et reste largement supérieure à celle des EPF.

Des dispositifs spécifiques de soutien au transfert de technologie existent en Suisse

- La CTI

Le transfert de savoir et de technologie (TST) constitue un des trois domaines d'activité⁵⁰ de la CTI. Elle décline ses actions, visant à « encourager le TST entre hautes écoles et les entreprises là où cela ne se fait pas faute de soutien », en trois axes :

- ⇒ les conseillers en innovation, informant les entreprises sur les possibilités de soutien existant en Suisse et les aidant dans l'élaboration de leurs demandes auprès de la CTI. Ils soutiennent le lancement de la collaboration entre les entreprises et la recherche publique dans des projets d'innovation d'intérêt national ou international basés sur la science.
- ⇒ les réseaux thématiques nationaux (RTN), établissant des liens entre entreprises et institutions de recherche publiques. Les 8 RTN mis en place à ce stade sont : [Carbon Composites Suisse](#), [Inartis Network](#), [Innovative Surfaces](#), [Swiss Biotech](#), [Swiss Food Research](#), [Swiss Wood Innovation Network](#), [Swissphotonics](#), [Verein Netzwerk Logistik](#), [Additive Manufacturing Network \(AM-Network\)](#), Virtual Switzerland Association et [Swiss Alliance for Data-intensive Services \(data+service\)](#)
- ⇒ la préparation de colloques spécialisés rassemblant les milieux économiques et scientifiques et leur permettant notamment de créer des liens avec les conseillers en innovation et les réseaux thématiques nationaux. Les colloques permettent de valoriser, dans des champs d'application clairement définis, les résultats scientifiques présentant un fort potentiel d'innovation. Ils se distinguent ainsi des réunions uniquement informatives, des ateliers et des conférences ponctuelles.

- Les parcs d'innovation

Le Parc suisse de l'innovation, piloté par la fondation *Switzerland Innovation*, sise à Berne et financée par le secteur privé, est constitué d'espaces, répartis sur 5 sites, où les universités et hautes écoles peuvent "collaborer étroitement" avec l'économie et permettant aux entreprises suisses et étrangères dotées de départements de recherche et développement de s'y établir. Les 5 sites sont les suivants :

- Park Basel Area,
- Park innovAARE,
- Park Zürich,
- Park Biel/Bienne
- Park Network West EPFL qui s'étend sur 6 lieux dans 5 cantons romands : EPFL Innovation Park et Biopôle à Lausanne, Campus Biotech à Genève, Energypolis en Valais, Blue factory à Fribourg et Microcity à Neuchâtel.

La Confédération a constitué en 2015 une fondation du « Parc suisse de l'innovation », dotée d'un crédit-cadre de cautionnement de 350 millions répartis sur 8 ans afin d'acheter des équipements de recherche. Son objectif est de construire des plateformes visant à attirer les centres de recherche et développement d'entreprises désireuses de se rapprocher des hautes écoles.

⁵⁰ Avec la promotion de la R&D et des start-ups et de l'entrepreneuriat.

Q7/- Des mesures particulières de soutien au développement aux entreprises ont-elles été mises en place ou envisagées pour les entreprises spécialisées dans l'intelligence artificielle (incubateurs, dispositifs de financement et d'investissement dédiés) ?

D'une manière générale, la Confédération ne conduit pas de politique sectorielle afin de ne pas induire de distorsions de marché. Les entreprises suisses spécialisées dans l'intelligence artificielle peuvent cependant bénéficier de mesures de soutien à l'innovation.

Selon une étude réalisée par le site startupticker.ch et la SECA (Association Suisse des Investisseurs en Capital et de Financement), les start-ups suisses ont bénéficié de 909 M CHF de financement en 2016, un montant en hausse de 35 % sur un an et qui a quasiment triplé ces cinq dernières années. Les financements se sont principalement orientés vers la région de Lausanne (près de la moitié des fonds) et dans le secteur des TIC (271 M CHF).

Les start-ups spécialisées dans l'intelligence artificielle peuvent bénéficier de plusieurs plateformes de d'accompagnement ou de financement réservées pour des start-ups innovantes :

- La CTI développe un programme « start-ups » afin de favoriser le développement et l'obtention de capital risque par les jeunes pousses innovantes (<http://www.ctistartup.ch/>). Les services proposés portent plus précisément sur l'accompagnement de projet, des formations et la mise à disposition du réseau Swissnex (créé par la Confédération et en lien avec le réseau diplomatique suisse à l'international) permettant des rapprochements avec les autres hubs innovants mondiaux.
- Le SECO Start-up Funds (<http://www.secostartupfund.ch>) supervise par le Secrétariat d'Etat à l'Economie, offrant des prêts pouvant couvrir jusqu'à la moitié des frais d'un projet⁵¹ pour des projets visant des marchés en développement.
- La plate-forme d'investissement Swiss Startup Invest (<https://www.swiss-startup-invest.ch/about-us/>) offrant des possibilités de financement pour les start-ups suisses high-tech.

Il n'existe pas à ce stade d'incubateurs spécialement dédiés à l'intelligence artificielle en Suisse, mais les start-ups utilisant ces méthodes peuvent participer aux nombreux incubateurs présents en Suisse. A signaler la constitution depuis 2000 d'une association des parcs technologiques et des incubateurs pour les start-ups innovantes suisses : Swissparks (<http://www.swissparks.ch/>). Les principaux incubateurs en Suisse sont

- « Innovation Park » de l'EPFL (<https://epfl-innovationpark.ch/>) regroupant plus de 180 entreprises high tech dans les campus de Lausanne et de Genève (biotech).
- « Impact Hub » (<https://zurich.impacthub.ch/>) à Zurich qui couvre différents secteurs et fait partie d'un réseau international de plus de 50 hubs.
- « Y-Parc » (<http://www.y-parc.ch/en/>) créé en 2011 à Yverdon les Bains et réunissant 150 entreprises (représentant 1 200 employés) de différentes tailles et divers secteurs avec un accent sur les technologies de communication, l'ingénierie de précision et les technologies médicales.
- « Swiss Startup factory » (<https://www.swissstartupfactory.com/>) à Zurich, proposant des programmes de 3 mois pour des startups offrant des services numériques en lien avec l'Université de Saint-Gall.
- Le réseau technopark-Allianz (<http://www.technopark.ch/en/technopark-alliance/>) fondé en 2002 et disposant de sites à Argau, Lugano, Lucerne, Schlieren, Winterthur et Zurich.

⁵¹ Dans une limite de 500 000 CHF par projet.

Le secteur financier suisse est aussi fortement investi dans le développement de la *fintech* à travers notamment l'organisation d'événements (forte participation de start-ups investis dans la *fintech* au salon des services financiers Sibos, concours Future of Finance Challenge d'UBS ou Hackaton organisé par Postfinance) ou l'émergence d'associations souhaitant connecter les banques, le gouvernement et les start-ups (Swiss Finance Startups, Swiss FinteCH et, plus récemment, Swiss Fintech regroupant des acteurs institutionnels et notamment Credit Suisse, Lombard Odier et Raiffeisen). L'opérateur boursier SIX est aussi investi dans le développement de la *fintech* : il accueille un incubateur de technologie financière (F10 <http://www.f10.ch/>) et organise notamment chaque année un « hackaton ».

Q8/- Comment est préparée l'adaptation des secteurs économiques touchés par l'intelligence artificielle aux bouleversements qu'elle induira ? En particulier, quelles mesures ont été prises ou envisagées dans le domaine de la formation ou de la sensibilisation des PME à ces technologies ?

Le SECO organise régulièrement, avec le soutien de Swiss Global Entreprise (SGE, organisme de promotion des exportations suisses), des séminaires sur le thème de l'industrie 4.0.

Une étude a été commandée à PWC sur les perspectives comparées de progrès sur la voie de la numérisation d'une quinzaine de pays industriels (cf. annexe I) : à court-moyen terme (5 ans), l'Allemagne, l'Autriche et la Suisse (DACH), y figurent en 1^{ère} position, à égalité avec le Japon, avec un niveau de digitalisation industrielle égal à 82%, devant la Suède et le Mexique (77%), et la France (76%), elle-même à égalité avec les Etats-Unis (76%). Selon PWC, l'industrie suisse bénéficie d'atouts particulièrement favorables au passage à l'industrie 4.0 : tradition de l'innovation appliquée, mesure systématique des résultats, suivi continu de la relation-client, culture de la transmission de l'information (cf. annexe II).

Une hiérarchisation des besoins de soutien public effectuée par enquête auprès des PME suisses identifie, aux tout premiers rangs des soutiens publics prioritaires, la promotion de personnels qualifiés (1/3 des réponses), ainsi que les efforts de certification internationale (30% des réponses), avant la mise en place d'un cadre législatif de protection des données (28%) et une fiscalité incitatrice (27%) (cf. annexe III).

Avec l'abandon du taux de change plancher de l'euro vis-à-vis du franc suisse par la Banque Centrale en janvier 2015, la pression sur les marges des PME s'est accentuée. Le SECO résume ainsi cet effort de sensibilisation des PME « *Pour se forger un avantage compétitif à l'international, les PME suisses devront à l'avenir mettre en place un modèle économique intelligent pour s'adapter aux changements technologiques et sociétaux sur leurs marchés cibles et trouver de nouvelles sources de revenu* », notamment grâce à des produits et services plus personnalisés, permettant de dégager de plus grandes marges de bénéfices, parallèlement à une économie de coûts, permise par les travaux en temps réel (moindres stocks), ainsi que par la nécessaire coopération transversale liée à la digitalisation (cf. annexe IV). L'accent est particulièrement mis sur les gains obtenus en termes de logistique (cf. annexe V et VI « logistics »)). La transformation de la chaîne de valeur et de fourniture est ainsi présentée aux PME de façon particulièrement pédagogique (cf. annexe VII « supply chain »). Des cas concrets viennent illustrer les solutions d'ores et déjà adoptées par des entreprises phare en insistant sur leur caractère « *user's friendly* » tant pour les clients qu'au sein même de l'entreprise (cf. annexe VIII « Schindler »).

À souligner la coopération entre Swiss Global Entreprise (SGE) et Google Zurich pour développer des logiciels de soutien à l'export des PME fondés sur la numérisation : un programme dénommé « Export digital » permet de rapprocher plus aisément clients potentiels et produits offerts par les PME suisses : un logiciel « *Market finder* » évalue en ligne le potentiel mondial de marché pour des produits spécifiques. Une plateforme d'*e-learning* est proposée aux PME, qui réunit plus d'une centaine de vidéos fournies par SGE, Google et d'autres partenaires tels que l'assureur crédit SERV, la banque Crédit Suisse, PWC, la société US de logiciels commerciaux « *Amber Road* »), afin de répondre aux questions sur l'accès au marché, les comportements culturelles, l'accomplissement des formalités douanières, le financement export et le « *digital marketing* » (PJ. IX)

La présence en Suisse de sièges européens de nombreuses multinationales (Yahoo, Google, IBM), très intégrées dans le tissu économique suisse (liens avec les autres entreprises, relations clients, universités et centres de recherche) joue également un rôle centrale pour stimuler les systèmes nationaux d'innovation.

Q9/- Quelles réflexions de plus long terme sont menées sur les impacts socioéconomiques, éthiques, politiques du développement de l'intelligence artificielle ? Quels impacts, positifs et négatifs, ont été identifiés ? Des actions publiques en la matière sont-elles d'ores et déjà envisagées ? Si oui, lesquelles et sous quelle forme (adaptation de la législation, auto- ou co-régulation avec les acteurs, négociations internationales) ?

A. Intégration du développement technologique par la Suisse

La Confédération a élaboré une stratégie « Suisse numérique » en avril 2016 visant à identifier les enjeux et les opportunités pour la Suisse liés au développement technologique en Suisse :

1. la numérisation de l'économie, vecteur de prospérité en Suisse : la Confédération crée les conditions nécessaires pour développer le potentiel offert par la numérisation (flexibilité du marché du travail, qualité de la formation, de la recherche et des infrastructures), analyse par les conséquences de la numérisation et pour évaluer si une intervention est nécessaire (notamment à propos de la politique de concurrence, aux questions réglementaires et aux effets sur le marché du travail) et s'assure que les développements technologiques profitent aussi aux personnes les plus démunies.
2. Amélioration de l'offre numérique suisse : coordination nationale et internationale sur l'accès aux données et aux contenus et le traitement et la sécurité des données, création d'une infrastructure nationale des données, amélioration de l'accès au contenu numérique et possibilité des personnes vivant en Suisse d'exercer un contrôle sur leurs propres données.
3. Infrastructures et environnement : mise à disposition d très haut débit pour toutes les communes suisses à l'horizon 2020, promotion du commerce en ligne (notamment par un assouplissement des restrictions commerciales), meilleure exploitation des capacités d'infrastructure et de transport et utilisation des technologies innovantes pour l'approvisionnement énergétique du futur, prise en compte des conséquences environnementales liées à l'utilisation des TIC.
4. Cyberadministration et cybersanté : établissement d'un système simple et sécurisé de gestion de l'identité disponible sur toute la Suisse, démarches administratives en ligne dans toute la Suisse et soutien à la réforme de la santé
5. Nouvelles formes de participation politique : contribution des TIC à l'éducation et à la sensibilisation politique, garantie de l'exercice des droits politiques par voie électronique
6. Développement de la société de la connaissance : intégration des TIC dans l'enseignement et pour les nouvelles offres de nouvelles formations
7. sécurité et confiance : protection de la Suisse contre les cyber-risques, extension de la protection contre les risques de sécurité en ligne, notamment à l'égard des enfants et des jeunes.
8. Positionnement de la Suisse sur le plan international : engagement pour une cyber sécurité au niveau mondial, participation active aux discussions sur l'avenir et la gouvernance de l'internet, développement durable mondial au moyen des TIC, opportunités mondiales dans le cadre de l'espace économique virtuel international.

B. Réflexions éthiques sur le développement de la robotique

Daniela Cerqui, anthropologue à l'Université de Lausanne, a abordé les relations entre le développement de la robotique et les humains sur le plan éthique. Elle propose une définition élargie du robot : « une machine élaborée à laquelle l'humain a délégué une partie des compétences qui jusque-là lui étaient spécifiques ». Elle constate que si l'ère industrielle a extériorisé les compétences physiques de l'humain, à l'ère post industrielle ce sont les compétences cognitives et peut-être emphatiques et émotionnelles qui sont déléguées. Le quotidien « Neue Zürcher Zeitung » a ainsi récemment publié un article « mon meilleur ami est un algorithme » présentant des algorithmes de reconnaissance vocale qui peuvent-être utilisés pour combler la solitude ou des robots développés pour des personnes âgées afin de combler le défaut de relations sociales.

L'anthropologue souligne le risque que le robot donne un sentiment d'infériorité à l'homme, puisque pour certaines tâches précises, comme le traitement de l'information, la machine nous est supérieure. Elle considère que l'indifférenciation entre l'humain et le robot, où lorsque le choix entre les deux n'est effectué qu'à parti d'un critère d'efficience, est un point de vue insoutenable et revient à « machiniser » l'humain. Daniela Cerqui insiste sur la nécessité de définir des limites, qui ne pourront être résolues que par des règles d'éthiques. Ce discours critique sur l'absence de limite dans la technologie et l'indifférenciation entre l'humain et la machine répond au discours dominant des technologues et des ingénieurs suisse et reçoit un écho favorable dans la communauté scientifique, par exemple parmi certains chercheurs du projet Blue Brain.

C. L'intelligence artificielle et le secteur financier suisse

La performance de la gestion automatique de portefeuille ayant recours à l'intelligence artificielle, encore minoritaire (20 Mds sur 74 000 Mds de fonds sous gestion) ne surperforme pas le marché. Cependant, l'utilisation de ces techniques par des sociétés américaines leur permet de diminuer leur frais de gestion (de 0,35 à 0,5 % chez Betterment ou de 0,25 % pour Wealthfront) qui sont à présent sensiblement inférieures aux tarifs appliqués en Suisse (entre 1 et 2 %).

Trois principales plateformes de gestion automatique de portefeuille sont utilisées en Suisse :

- La solution de gestion de fortune ePrivate Banking développée par Swissquote, proposant aux clients diverses stratégies de placement.
- TrueWealth (1 000 clients et 53 MCHF d'actifs sous gestion), permettant des coûts de gestion très faibles (0,5 % par an tout compris).
- La Banque cantonale de Glaris dispose de sa propre solution de gestion de fortune automatisée, Investomat, qu'elle propose aussi à des clients d'autres régions.

Q10/- Quelle est l'implication de votre pays dans les grands projets (UE s'il y a lieu et internationaux) en Intelligence Artificielle ?

Suite à l'adoption le 16 décembre 2016 de la loi sur les Etrangers et à l'extension du protocole sur la libre circulation des personnes à la Croatie, la Suisse a, de nouveau, intégré intégralement le programme Horizon 2020 après une participation partielle depuis septembre 2014⁵². La participation de la Suisse à ce programme est ainsi, à ce stade, inférieure à celle du programme précédent (FP7 2007-2013). La Suisse participe à 318 projets (1,8 % de la participation totale contre 3,2 % précédemment), représentant 172 M CHF de contributions (soit 2,2 % des contributions totales contre 4,2 % précédemment). Le rôle de coordination de la Suisse a connu un fort retrait : elle ne coordonne à ce stade que 15 projets (0,3 % des projets contre 3,9 % précédemment). La participation de la Suisse est plus importante dans le champ des TIC (16,7 % des projets suisses), des actions « Marie – Skłodowska – Curie » (12,6 %) et de la santé (11 %).

⁵² La Suisse et l'UE avaient signé un accord transitoire le 5 décembre 2014 jusqu'au 31 décembre 2016 avec application rétroactive à partir du 15 septembre 2014 d'une participation partielle de la Suisse à Horizon 2020, se limitant au premier pilier « Excellence scientifique » et aux programmes

Citons parmi les principaux projets suisses, le « Human Brain Project » - en collaboration avec plus de 90 instituts de recherche européens et internationaux réparties dans 22 pays différents - vise d'ici à environ 2024 à simuler le fonctionnement du cerveau humain grâce à un superordinateur, et dont les résultats obtenus auraient pour but de développer de nouvelles thérapies médicales plus efficaces sur les maladies neurologiques. Ccodirigé par le physicien Karlheinz Meier de l'université de Heidelberg et le médecin Richard Frackowiak du Centre hospitalier universitaire vaudois et l'université de Lausanne, le projet doit durer dix ans et coûtera 1,19 Mds EUR.

Ce projet a été choisi pour être l'un des deux *FET Flagships* (« Initiatives-phare des Technologies Futures et Émergentes ») de l'Union européenne, soutenu financièrement à hauteur d'un milliard d'euros chacun sur dix ans, dont la moitié est versée par l'UE.

Par ailleurs, le laboratoire d'IBM Research à Zurich, par exemple, a noué de solides relations de partenariat avec le monde scientifique, en particulier les EPF, et est impliqué dans de nombreux projets financés par les programmes-cadres de recherche de l'UE.

